

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE PRESENTE

A

L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

HACENE MESSAOUDI

*CLASSIFICATION DES TYPES DE TEMPS ET ESSAI D'ANALYSE DE QUELQUES
ELEMENTS METEOROLOGIQUES EN RELATION AVEC LE DEPERISSEMENT DES
ERABLIERES DANS LE SUD DU QUEBEC*

AOUT 1989

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

RESUME

Dans ce travail, nous avons décrit les principales caractéristiques du climat des Appalaches méridionales et nous avons étudié les relations entre le dépérissement et les "accidents climatiques".

Pour la partie climat, nous avons utilisé successivement la méthode des types de temps (Litynski) et la méthode statistique. L'emploi des deux méthodes nous a permis de mieux comprendre la réalité climatique régionale. De plus, comme nous voulions établir une relation entre le climat et le dépérissement, nous avons étudié d'une façon toute spéciale les écarts par rapport à la moyenne des degrés-jours, des degrés-froids, de la température moyenne, de la pluie et de la neige quotidienne; ainsi que les degrés-froids des maxima et minima quotidiens.

La corrélation entre le dépérissement et les éléments du temps nous permet une évaluation spatiale de la relation existant entre les deux variables; alors que la corrélation entre les "anomalies climatiques" (ou "accidents climatiques") et la production de sirop d'érable nous permet une évaluation temporelle.

La neige ne semble pas avoir eu d'effet sur la production de sirop d'érable même si en janvier et février 1980 la couverture de neige au sol était inexistante. Cependant, il semblerait que les grands froids d'hiver et le dégel de février 1981 aient joué un rôle important quant au déclenchement du dépérissement.

REMERCIEMENTS

J'éprouve une grande reconnaissance pour tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de cette thèse.

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à mon directeur le Dr . Antoine Aubin qui n'a jamais manqué une occasion pour me faire part de ses conseils et me faire profiter de son expérience et de ses connaissances. Malgré ses nombreuses occupations, il a toujours montré une très grande disponibilité et m'a accordé beaucoup de son temps.

Je dois également des remerciements à Mme Lise Gautier pour sa collaboration sur le plan informatique, son aide a été plus qu'appréciable.

Mes remerciements s'adressent aussi à MM. Ghislain Jacques du Ministère de l'Environnement du Québec et Gabriel Roy du Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec pour leur collaboration lors de la collecte des données.

TABLE DES MATIERES

RESUME	.....	i
REMERCIEMENTS	.....	ii
TABLE DES MATIERES	.....	iii
LISTE DES TABLEAUX	.....	vi
LISTE DES FIGURES	.....	viii
INTRODUCTION	.....	1
CHAPITRE I: REVUE DES TRAVAUX		
1.A. CLIMAT	.....	6
1.B. DEPERISSEMENT	.....	9
- Etat de la recherche sur le dépérissement	.....	9
- Hypothèses expliquant le dépérissement	.....	10
CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES		
2.A. CLIMAT	.....	19
2.A.1. <i>Classification des types de temps</i>	.....	19
2.A.1.1. <i>La température</i>	.....	20
2.A.1.2. <i>Les précipitations</i>	.....	20
2.A.1.3. <i>Le système de notation</i>	.....	21
2.A.2. <i>Variabilités climatiques locales</i>	.....	24
2.B. DEPERISSEMENT	.....	24
2.B.1. <i>Incidence et sévérité</i>	.....	24
2.B.2. <i>Production de sirop d'érable</i>	.....	27
2.B.2.1. <i>Paramètres utilisés</i>	.....	28
2.B.2.2. <i>Méthode de calcul</i>	.....	29
2.B.2.3. <i>Méthode d'analyse</i>	.....	30
2.B.3. <i>Les données</i>	.....	31

CHAPITRE -III- RESULTATS

3.A. CLIMAT	34
3.A.1. Les types de temps	34
3.A.1.1. <i>Distribution spatiale</i>	38
3.A.1.2. <i>Variation temporelle</i>	43
3.A.2. Analyse spatio-temporelle	44
3.A.2.1. <i>La température (1977-1986)</i>	45
3.A.2.1.1. <u>Moyennes mensuelles</u>	45
3.A.2.1.2. <u>Maxima et minima mensuels</u>	47
3.A.2.1.3. <u>Analyse de corrélation et analyse de variance</u>	51
3.A.2.2. <i>Les précipitations</i>	56
3.A.2.2.1. <u>Les précipitations mensuelles</u>	57
3.A.2.2.2. <u>Analyse de corrélation et analyse de variance</u>	61
3.A.2.2.3. <u>Variations journalières</u>	65
3.B. DEPERISSEMENT	65
3.B.1. <i>Incidence et sévérité</i>	65
3.B.2. <i>Fluctuation annuelle des moyennes mensuelles</i>	67
3.B.3. <i>Production de sirop d'érable et climat</i>	75

CHAPITRE -IV- DISCUSSION

4.A. CLIMAT	81
4.A.1. Les types de temps	81
4.A.1.1. <i>La région</i>	81
4.A.1.2. <i>Distribution spatiale</i>	83
4.A.1.3. <i>Variation temporelle</i>	84
4.A.2. Variations locales	85
4.A.2.1. <i>Les températures</i>	85
4.A.2.1.1. <u>Les températures moyennes</u>	85
4.A.2.1.2. <u>Amplitude thermique annuelle</u>	86
4.A.2.1.3. <u>Minima moyens mensuels et annuels</u>	86
4.A.2.1.4. <u>Maxima moyens mensuels et annuels</u>	87

4.A.2.2. Les précipitations	88
4.A.2.2.1. <u>Variation temporelle</u>	89
4.A.2.2.2. <u>Variation spatiale</u>	90
4.A.2.2.3. <u>Variation spatio-temporelle</u>	91
 4.B. RELATION CLIMAT-DEPERISSEMENT	 93
4.B.1. <i>Dépérissement</i>	93
4.B.2. <i>Fluctuation annuelle des moyennes mensuelles</i>	94
4.B.3. <i>La production de sirop d'érable</i>	95
 CONCLUSION	 99
 BIBLIOGRAPHIE	 104
 ANNEXES	 114

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux:

1. Symboles et limites des sous-classes de température	22
2. Symboles et limites des sous-classes de précipitations	22
3. Gamme complète des sous-types de temps	23
4. Evolution du dépérissement	25
5. Production de sirop d'érable	27
6. Paramètres climatiques	28
7. Stations météorologiques utilisées	32
8. Types de temps pour l'ensemble régional	36
9. Types de temps par saison pour l'ensemble de la région	37
10. Types de temps par station	40
11. Température moyenne et écart type	46
12. Maxima et minima mensuels	48
13. Coefficient de corrélation de Pearson des températures	
moyennes mensuelles	51
14. Dépendance latitudinale et altitudinale des températures journalières	52
15. Analyse de variance des températures moyennes mensuelles	54
16. Précipitations moyennes mensuelles et écart type	58

17.	Coefficient de corrélation de Pearson des précipitations mensuelles	62
18.	Analyse de variance des précipitations mensuelles	63
19.	Coefficient de corrélation entre le dépérissement et les paramètres climatiques	67
20.	Valeurs mensuelles des températures moyennes, des accumulations de pluie et de neige, exprimées en unités d'écart-type	69
21.	Corrélation de corrélation entre les degrés-froids des températures moyennes mensuelles et la production de sirop d'érable	76
22.	Coefficient de corrélation entre les degrés-froids des températures maximales et la production de sirop d'érable	76
23.	Coefficient de corrélation entre les degrés-froids des températures minimales et la production de sirop d'érable	77

Annexes:

A.	Types de temps par station et par saison	114
B.	Nombres de jours consécutifs sans précipitation	125
C.	Valeurs transformées des degré-jours des températures moyennes	131
D.	Valeurs transformées des degrés-froids des températures moyennes	134
E.	Valeurs transformées des degrés-froids des températures maximales	137
F.	Valeurs transformées des degrés-froids des températures minimales	140

LISTE DES FIGURES

1. Région à l'étude	5
2. Classification des types de climat	8
3. Courbe de distribution et limites des classes pour la température à l'échelle globale	20
4. Courbes de distribution et limites des classes pour les précipitations à l'échelle globale	21
5. Localisation des stations météorologiques	33
6. Classification des types de temps pour l'ensemble de la région	35
7. Types de temps (par station)	39
8. Précipitations mensuelles	59
9. Distribution spatiale du dépérissement	68

INTRODUCTION

Le sud du Québec est une des régions les plus habitées de la province; malgré un défrichement abusif de la forêt, l'essor économique de plusieurs localités de la région repose encore sur les ressources forestières. Cette forêt est aujourd'hui malade, atteinte de dépérissement, un mal sournois qui sévit depuis le début des années 1980. Il attaque à toute fin pratique toutes les espèces (Roy et al.1985, Robitaille 1985).

Le dépérissement des forêts, qui est devenu une préoccupation mondiale, a été observé au Québec pour la première fois dans la Beauce, sur l'érable à sucre (*Acer Saccharum*), en 1979. Si d'autres essences et régions sont touchées depuis lors, le dépérissement des érables reste au Québec le symbole de cet inquiétant problème.

Non seulement le dépérissement cause beaucoup de dégats, mais ce qui est plus grave encore c'est que la cause principale de ce phénomène demeure non identifiée avec certitude. Cependant, certains spécialistes s'accordent pour dire que la pollution atmosphérique joue un rôle important (Bouvarel, 1984,). D'un autre côté, ce dépérissement

est-il lié, de près ou de loin, à des variations climatiques? Là aussi, d'autres spécialistes pensent que certaines variations du climat interviennent dans le processus en tant que facteurs déclenchants (Gagnon et al 1986; Lachance, 1985).

L'objectif que nous nous sommes donc fixés est double:

- décrire les grands traits du climat de la région à l'étude et
- rechercher l'existence d'une relation entre le dépérissement et les écarts

climatiques.

A - CLIMAT

La région que nous nous proposons d'étudier s'étend sur 25 000 km² dans le sud du Québec, comprise entre 45°16' et 45°55' de latitude nord et 70°30' et 71°55' de longitude ouest (figure 1). Physiquement, elle correspond à la région des Appalaches méridionales comprise entre la rivière Chaudière à l'est et la rivière Saint-François à l'ouest et est limitée au sud et au nord, respectivement par la frontière américaine et le fleuve Saint-Laurent.

Le climat de notre territoire correspond à la limite entre la zone tempérée et la zone subpolaire. A des températures plus chaudes que dans la partie nord du Québec méridional et à des précipitations plus abondantes, s'ajoute une forte variabilité du temps de cette région qui

fait l'une de ses caractéristiques les plus importantes (Hufty, 1972, Wilson, 1971). Une continentalité assez forte, une altitude qui varie progressivement entre 0 et 400 mètres, une position latitudinale moyenne, l'absence d'un relief suffisant pour protéger contre les masses d'air froid du nord, voilà autant de facteurs qui modèlent le climat.

Climatologiquement, le sud du Québec est tempéré continental sans saison sèche (Villeneuve, 1969; Hufty, 1970; Wilson, 1971; Litynski, 1986). Les méthodes d'analyse du climat sont fort nombreuses et variées. Cependant la méthode des types de temps semble la plus appropriée pour décrire ce genre de climat très changeant (Litynski, 1986).

Dans cette partie, nous nous consacrerons à l'étude des types de temps à l'aide de la méthode de classification numérique des types de temps (Litynski, 1980) ainsi qu'à l'étude statistique basée sur l'examen des données, permettant de distinguer les variations spatio-temporelles de la température et des précipitations.

En utilisant deux procédés différents qui se complètent, nous comptons faire ressortir les grands traits du climat.

B - DEPERISSEMENT

Dans cette partie, nous analyseront les paramètres climatiques ayant connus des

écarts par rapport à la moyenne.

La méthodologie consiste à étudier le climat sous l'aspect de sa variabilité. On distingue trois types de variation du climat: variation à long terme, variation saisonnière et variation exceptionnelle. Ce sont surtout les variations exceptionnelles que nous allons étudier car elles ont la particularité de se manifester selon une probabilité très faible et sont souvent d'une durée suffisamment longue pour perturber le cycle normal de la végétation et mais trop courte pour que la végétation puisse s'y acclimater.

Nous voulons donc déterminer le rôle de ces variations climatiques dans le processus du dépérissement des érablières. Plusieurs auteurs considèrent que ces accidents climatiques constituent un stress important dans l'affaiblissement des arbres (Pomerleau, 1944; Roy et al, 1985; Pallière, 1986; Becker et Lévy, 1984).

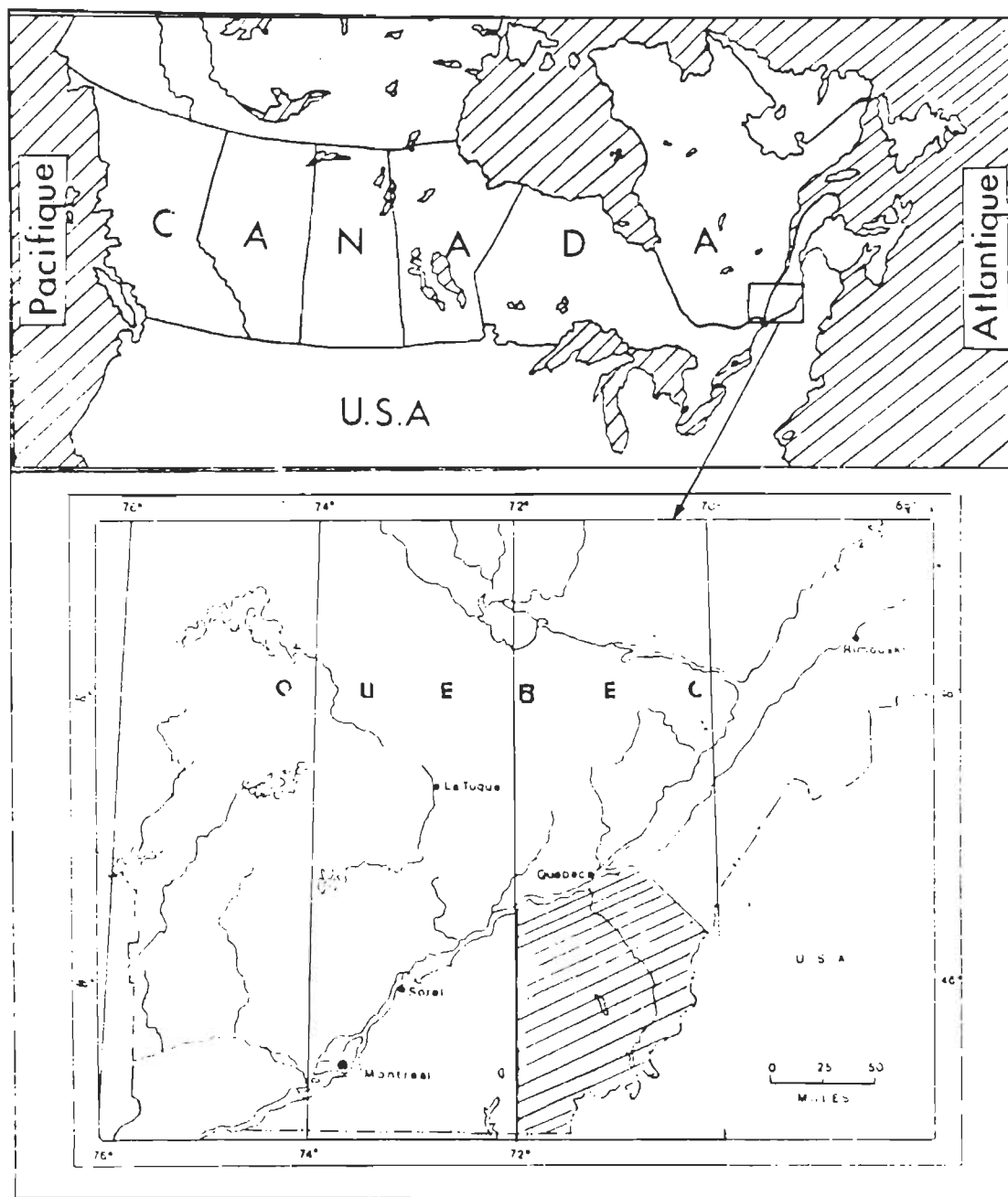


Figure 1: Région à l'étude.

CHAPITRE I

REVUE DES TRAVAUX

Dans cette partie, nous avons sélectionné, pour la partie A (climat), des travaux dont les auteurs ont utilisé la méthode des types de temps pour décrire les climats et, dans la partie B (déperissement), les auteurs ayant soulevé la contrainte climatique comme facteur ayant dans une quelque mesure influé sur le déperissement.

1.A.. CLIMAT

Litynski (1986) a étudié les types de temps à partir d'une classification numérique. Cette méthode est basée sur la combinaison de classes des différents éléments du temps, déterminées à partir de courbes de distribution.

Les types de temps définis sont basés sur deux éléments: la température et les précipitations journalières. La définition est commune pour toutes les régions du monde et pour toutes les saisons.

Litynski a utilisé cinq classes de probabilité égale pour la température et trois classes équiprobables pour les précipitations. La combinaison des classes de température avec celles des précipitations donne les types de climats correspondants; ceci donne 15 types principaux de temps. En subdivisant chaque classe de température en trois sous-classes on obtient 45 sous-types de temps. Les types et sous-types de climats obtenus sont illustrés dans la figure 2 (Litynski, 1984).

Maheras (1984) a étudié une classification des types de temps basée sur une analyse factorielle en composantes principales, utilisant une classification hiérarchique ascendante avec arrêt de cette hiérarchie à chaque niveau (Papadimitriou, 1978; in Mahéras, 1984). La numérotation des différents types de temps est donnée par le rang obtenu grâce à la même classification. Il a retenu 11 types de temps, auxquels il substitua un ordre plus logique (climatologiquement parlant).

Pour analyser la structure de chaque type de temps et pour faciliter la description de ces types de temps, Mahéras (1984) a calculé pour toutes les classes (types de temps) les moyennes journalières de huit variables météorologiques et les écarts des valeurs journalières de ces huit variables par rapport à la moyenne des dix années de données ayant servi à l'analyse factorielle.

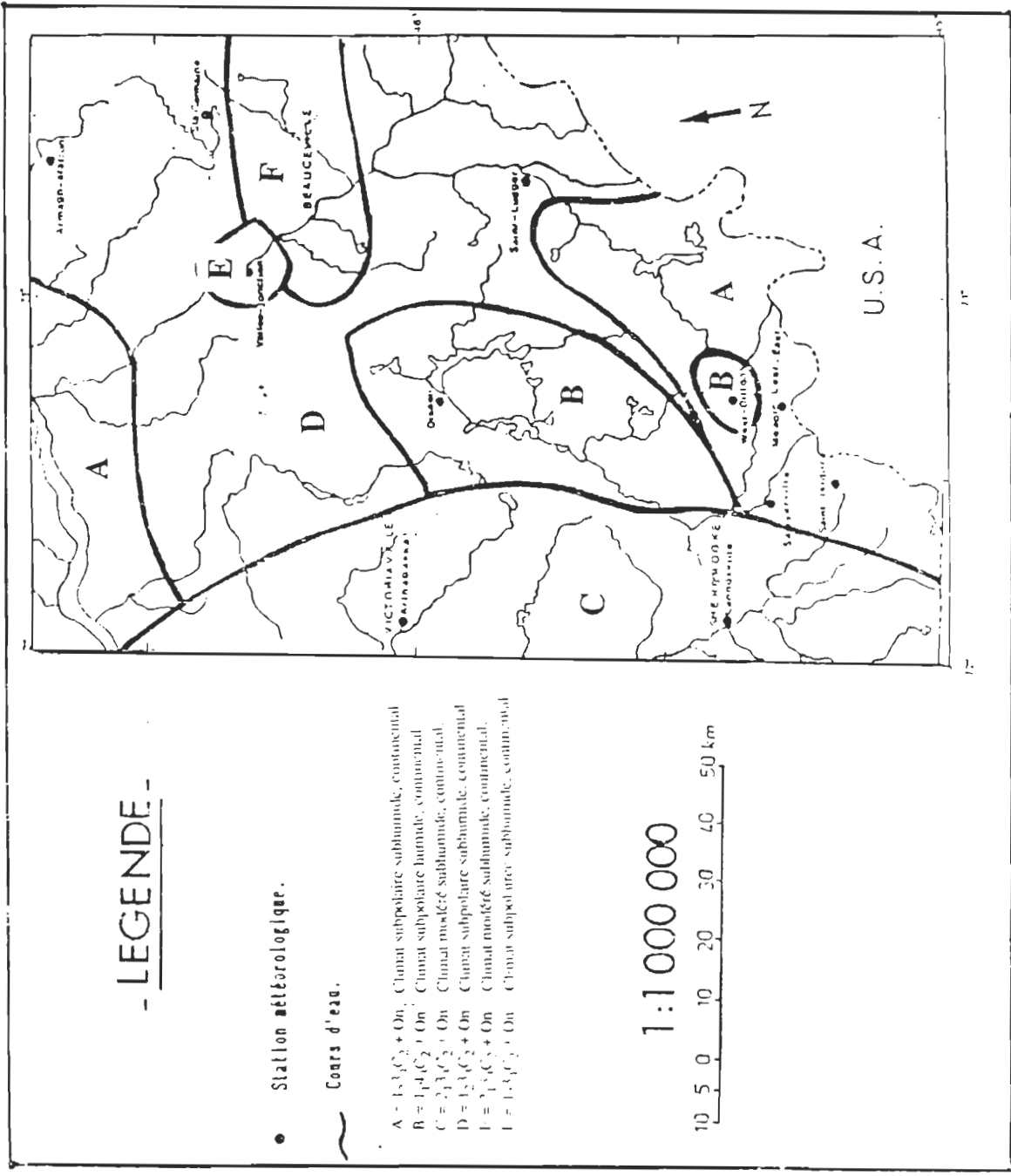


Figure 2. Classification des types de climats du Québec méridional.

Hufty (1970) a étudié les types de temps à partir de combinaisons journalières des éléments du climat de huit stations du Québec méridional.

Cette méthode consiste en une classification des types de temps, en utilisant trois classes de fréquence équiprobable associées à un indice d'aggravation du temps basé sur la nébulosité et à la quantité de précipitation, ces deux derniers éléments étant également répartis. Les combinaisons des classes de température avec l'indice d'aggravation du temps donne les différentes catégories de type de temps.

Les résultats obtenus, sur les huit stations étudiées, consistent en trois ensembles climatiques qui sont influencés de façon inégale par des masses d'air originant de l'extérieur du Québec méridional. Ainsi les types de temps obtenus sur une base journalière sont moins arbitraires qu'un calcul effectué sur des moyennes mensuelles et font ressortir la variabilité du temps.

1.B. DEPERISSEMENT

Etat de la recherche sur le dépérissement

Plusieurs études concernant le dépérissement ont été effectuées sur le sud du Québec.

Le dépérissement des arbres est associé à plusieurs facteurs. Selon Bernier et Brazeau (1986) "la principale cause de ce dépérissement serait la pollution de l'air par l'anhydride sulfureux , les oxydes d'azote et l'ozone". D'après Dessureault (1985), "cette situation découle probablement des effets prolongés des précipitations acides et des polluants atmosphériques". D'après Bernier (1986), il ne subsiste aucun doute quant au rôle actif de la pollution atmosphérique dans le dépérissement des érablières: (Nous avons obtenu des preuves que l'ozone joue un rôle important dans ce phénomène...). D'autres enfin, pensent que certains "accidents climatologiques" sont susceptibles de provoquer le dépérissement ou d'y contribuer (Roy, 1985; Pomerleau, 1954, Pallière, 1986; Becker et Lévy 1982).

Cependant aucune étude n'a permis de mettre en évidence de façon certaine le ou les facteurs en cause. Cependant, une hypothèse assez répandue fait intervenir conjointement plusieurs facteurs:

Hypothèse expliquant le dépérissement

Palière (1986) a essayé de définir la signification réelle de la sécheresse de 1976 sur la chenaie française. Un échantillonnage de l'incidence et de la sévérité à travers les chenaies allant de la Loire-Atlantique au Jura a été soumis aux traitements statistiques (Analyse Numérique des Données). Palière a recueilli les données sitologiques classiques

(pente, sol, exposition...), chaque individu a été localisé en fonction des caractéristiques de l'environnement végétal (fourré, futaie, coupes, résineux, feuillus...). Chaque arbre a été décrit du point de vue morphologique (hauteur totale, longueur du fût...). Ces données ont été traitées par analyse factorielle des correspondances où les deux premiers axes principaux ont exprimé plus de 57% de la variance totale. Il arrive aux résultats suivants:

- la sécheresse n'a pas eu d'effet immédiat sur les grands feuillus. Les premiers signes visibles de la mortalité ne sont apparus effectivement qu'au bout de 4 à 5 ans. En revanche, les grands conifères, surtout les "exotiques lointains" tels les **Pseudo-tsugas douglasii**, introduits dans un milieu non conforme à leur aire écologique d'origine, ont subi massivement les effets de la sécheresse dans l'année suivant celle-ci,

- la sécheresse n'a pas été un phénomène généralisé dans ses conséquences: celles-ci se sont manifestées de manière selective et localisée. Seules les clairières et les lisières ont été sévèrement touchées.

Au Québec, Pomerleau (1954) a examiné le lien possible entre le dépérissement et les facteurs climatiques comme la couverture de neige au sol, les températures, les précipitations, le gel et l'insolation. Pomerleau (1954) a étudié séparément ces facteurs climatiques en mettant l'accent sur les écarts climatiques, en faisant ressortir leurs effets sur la

végétation tant au niveau des racines qu'au niveau du tronc ou du feuillage.

Il s'est avéré qu'une faible courbure de neige au sol et des températures très froides durant les mois de décembre et de janvier auraient permis au gel de pénétrer plus profondément dans le sol et d'endommager le système racinaire. Un réchauffement en février aurait contribué au dépérissement en causant une sécheresse; en effet ce réchauffement aurait dégelé le tronc alors que le sol était encore gelé. L'année suivante, il a observé un dépérissement de grande envergure. Ajouté à cela, les fréquents cycles gel-dégel durant la période printanière auraient par un gel des bourgeons, accentué les dommages. Le tout fut encore aggravé par une sécheresse durant l'été qui suivit. Ces stress successifs ont semble-t-il contribué à affaiblir l'arbre au point de permettre à certains parasites de s'y installer.

Gagnon et al. (1985) ont analysé les différentes variables écologiques, susceptibles de provoquer ou de contribuer au phénomène du dépérissement, en vérifiant le cycle nutritif des éléments pathogènes qui interviennent dans le phénomène.

Pour ce faire, Gagnon et al. (1985) ont établi 190 places d'études semi-permanentes au cours des étés 1983 et 1984 dans le Québec méridional. Chacune de ces places a fait l'objet d'une étude phyto-écologique: ils ont déterminé le type de sol de chaque milieu soit la pente, l'exposition, l'altitude et le régime hydrique. Ils ont mesuré les caractéristiques dendrométriques du peuplement afin de déterminer l'âge, le nombre de tiges à

l'hectare, la surface terrière, le volume et l'accroissement. Après avoir numéroté chaque arbre, ils ont évalué leur état de santé afin de connaître l'influence des différentes variables qui sont susceptibles de provoquer le dépérissement ou d'y contribuer.

Enfin, ils ont noté les épidémies dont le peuplement a été affecté depuis une dizaine d'années de même que les principaux accidents climatiques qui se sont produits au cours de cette période. A l'été 1985, ils ont réévalué le dépérissement de toutes les places étudiées en 1983 et 1984 afin de connaître son évolution: ils ont constaté que celui-ci a été partout en constante augmentation et que plusieurs facteurs écologiques pourraient contribuer à accentuer le dépérissement.

A ce stade-ci de la recherche Gagnon et al. concluent en cinq points:

1 - Les peuplements les plus affectés sont situés soit sur le sommet des montagnes et sur sols minces, soit dans les milieux humides. Les peuplements situés sur les sols riches et plus profonds que l'on trouve à mi-pente, dans le bas des pentes et dans la plaine du Saint-Laurent, sont affectés par le phénomène, mais d'une façon moindre.

2 - Le phénomène évolue de façon constante.

3 - Au sujet du degré de participation de certaines variables écologiques dans l'évolution du dépérissement, ils signalent que l'entailage, les épidémies de livrée des forêts, le dégel de 1981, les sécheresses et la coupe des essences compagnes ne peuvent être retenus comme des variables qui causent le dépérissement.

4 - Les épidémies d'insectes, le dégel de 1981 et les sécheresses de 1982 et 1983 ont cependant contribué à accélérer le dépérissement, ces trois variables étant particulièrement accentuées dans la région du Québec où l'évolution du phénomène a été la plus rapide.

5 - La pollution atmosphérique est considérée comme la cause principale du dépérissement; les précipitations acides semblent provoquer la baisse du pH du sol et la diminution des quantités d'éléments nutritifs disponibles.

Bernier et Brazeau 1984 ont examiné le rôle de la pollution atmosphérique sous trois aspects **a)** examen des sources et de la nature des polluants atmosphériques, **b)** influence des dépôts acides et **c)** influence des oxydants photochimiques sur le dépérissement des érablières.

Bernier et Brazeau (1984) ont étudié 14 érablières présentant divers niveaux de dépérissement, allant de nul à élevé, pour mesurer les concentrations de calcium (Ca) et

d'aluminium (Al) de la solution du sol, à diverses profondeurs et à des distances progressives du fût de plusieurs arbres. Ils ont adopté l'approche de Skeffington (1983) selon laquelle le ratio Ca/Al de la solution du sol à une profondeur de 20 à 30 cm devrait être inférieur à l'unité. Les résultats obtenus allaient jusqu'à un ratio (Ca/Al) supérieur à 2,5. Il s'est avéré cependant que le dépérissement est peu corrélé au ratio Ca/Al de la solution du sol, indiquant que l'aluminium en solution, s'il intervient dans le dépérissement des érablières, n'est pas le seul facteur en cause.

L'objectif de Lachance (1985) était de déterminer l'étendue et la sévérité du dépérissement au Québec, de caractériser les individus et les peuplements en voie de dépérissement et, si possible, de mettre en évidence quelques-uns des facteurs associés à la maladie.

Pour ce faire, Lachance (1985) a effectué des relevés dans 257 érablières dispersées au Québec qui montrent la présence de dépérissement de l'érable à sucre sur l'ensemble du territoire, mais avec une fréquence et une intensité plus marquées des dégâts dans les comtés de Beauce, Frontenac et Mégantic. Parmi les érablières visitées, 35% montraient des dommages légers, 11% des dommages modérés et 6% des dommages importants. Il existe une relation entre le niveau de dépérissement observé et l'altitude des érablières, mais la maladie ne semble pas liée à l'orientation de la pente principale, ni à la présence du perceur de l'érable, ni à l'entaillage ni au système de collecte de la sève. Le

dépérissement touche plus intensément les arbres à gros diamètre et le pouridié-agaric se trouve plus fréquemment sur les arbres les plus gravement atteints.

Robitaille et Roberge (1984) ont étudié deux érablières (Nobertville et St-Jacques-de-Leeds) dans le but de définir l'apport de matières polluantes et de matières nutritives au niveau du couvert forestier en utilisant des capteurs de précipitations humides, de capteurs de précipitations de type "bulk" et au niveau du sol. Ils ont analysé le pluvioléssiv, le ruissellement le long du fût et l'eau d'infiltration du sol organique et minéral.

Cette étude a permis de conclure que les précipitations incidentes sur la couverture végétale ont un pH moyen de 4,5 et que l'acidité est très variable d'une précipitation à l'autre et d'une année à l'autre. Cette acidité est neutralisée au contact de la végétation par lessivage d'éléments nutritifs tels le Ca, K et Mg. Ceci peut avoir une incidence néfaste sur le cycle nutritif des éléments. De plus certaines observations sur des concentrations d'ozone au niveau régional, à des sites en basse et haute altitude, indiquent des valeurs qui dépassent les seuils de phytotoxicité chronique pour les essences sensibles. L'interdépendance entre les effets attribuables aux précipitations, aux carences nutritives et à l'ozone pourrait être un mécanisme entraînant un dépérissement chez les feuillus.

Gagnon et Laflamme (1986) étudient l'impact des différents stress environnementaux sur la dynamique et la productivité des écosystèmes forestiers. Par l'établissement d'un réseau de places d'études, les principaux buts visés par ce projet, sont les suivants:

- Evaluer l'apport des polluants atmosphériques afin d'établir des relations entre la quantité et la qualité des polluants et la productivité forestière.
- Evaluer l'importance des facteurs climatiques sur l'état de santé et la vitalité des peuplements forestiers.
- Etudier l'effet des maladies et des insectes en tant que stress naturel.
- Etudier l'impact des polluants atmosphériques sur la disponibilité des éléments nutritifs et sur la toxicité des métaux lourds afin d'établir des relations de cause à effet sur différentes essences forestières.
- Evaluer l'importance des différents stress environnementaux sur la productivité forestière et sur la dégradation de l'état de santé des forêts.

Les travaux relatifs à ce projet consistent à:

- Effectuer des relevés phytosociologiques et pédologiques.
- Effectuer un inventaire dendrométrique: dénombrement, âge, diamètre, hauteur, structure.
- Etablir l'état de santé des peuplement: maladies, insectes, dépérissement.
- Relever les données climatologiques.
- Déterminer la qualité et la quantité des divers polluants atmosphériques.

- Analyser l'évolution du régime nutritif, de la qualité du feuillage et de la qualité de la litière.
- Evaluer la qualité du système racinaire.
- Etudier la toxicité des polluants en contact avec la partie aérienne des essences et à la toxicité des métaux lourds sur le système racinaire à la suite de l'acidification des sols.

Ces deux auteurs sont arrivés à des résultats très préliminaires (l'étude est encore en cours) à l'effet que la pollution atmosphérique joue un rôle effectif en tant que catalyseur du dépérissement au niveau du feuillage qui est attaqué par l'ozone et l'acidité des précipitations et au niveau du sol dû à un lessivage par ces mêmes précipitations.

Lorsqu'on désire comprendre les raisons des différences observées dans l'état de santé des divers peuplements d'érable au Québec (ou ailleurs), on se heurte à une difficulté majeure, qui est que de nombreux facteurs du milieu varient en même temps: conditions de pollution, climat, altitude, sol, topographie, exposition, sans parler de l'âge des peuplements et de leurs caractéristiques sylvicoles. La recherche s'attarde assez souvent à un seul facteur à la fois et que la réponse de l'arbre à plusieurs stress ne survient que quelques années plus tard. Cette caractéristique dénote la complexité du phénomène.

D'autres hypothèses font intervenir plusieurs autres facteurs tels l'aménagement, l'altitude, le drainage, les éclaircies...

CHAPITRE II

MATERIEL ET METHODES

2.A. CLIMAT

Dans notre étude du climat nous utiliserons, à tour de rôle, deux méthodes numériques complémentaires.

La première méthode consiste en une classification numérique des types de temps définis d'après les températures et les précipitations journalières (Litynski, 1970). La deuxième méthode consiste en une analyse détaillée de la distribution dans le temps et l'espace des températures et des précipitations afin de faire ressortir la variabilité spatio-temporelle de ces deux éléments.

2.A.1. Classification des types de temps

Cette méthode est basée sur la combinaison de classes des différents éléments du temps, faites à partir de courbes de distribution.

Les types de temps définis sont basés sur deux éléments: la température et les précipitations journalières. La définition est commune pour toutes les régions du monde et pour toutes les saisons.

2.A.1.1. La température

Pour avoir la précision désirée nous avons utilisé le système des quintiles, système à cinq classes de probabilité égale (Figure 3).

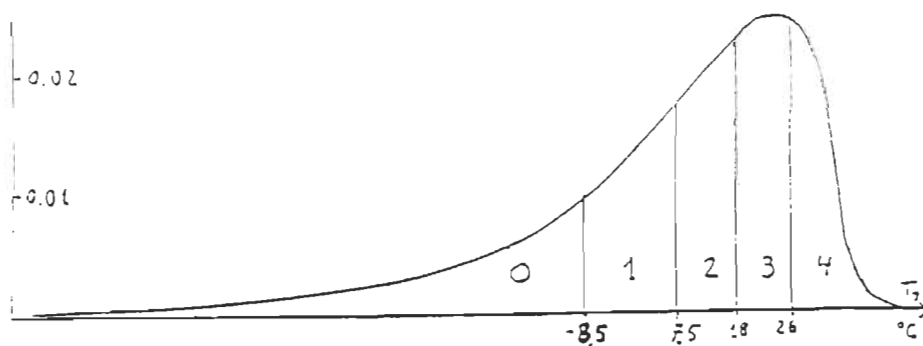


Figure 3: Courbe de distribution et limites de classes pour la température

Source: Litynski, J. 1986. "Classification numérique des types de temps".

2.A.1.2. Les précipitations

En ce qui concerne les précipitations, le système à trois classes est suffisant (Figure 4).

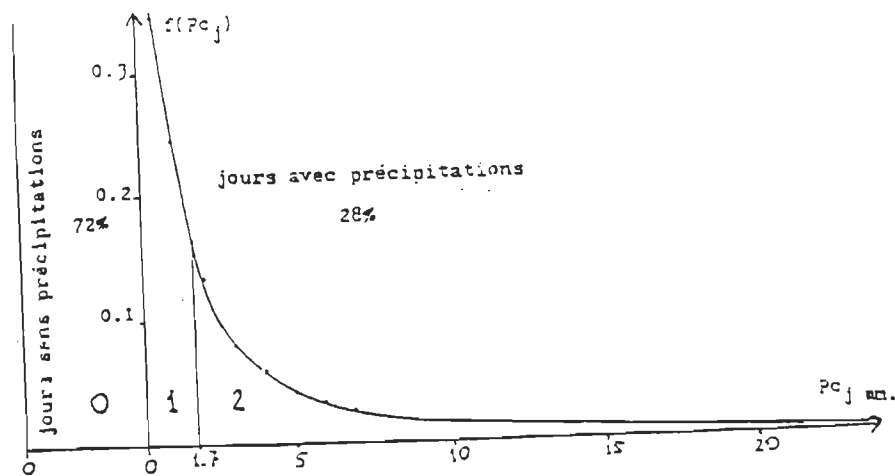


Figure 4: Courbe de distribution et limites de classes pour les précipitations à l'échelle globale.

Source: Litynski, J. 1986. "Classification numérique des types de temps".

2.A.1.3. Le système de notation

Le système de notation consiste à utiliser deux chiffres dont le premier donne la classe de température (de 0 à 4) et le deuxième la classe de précipitations (de 0 à 2) ou bien à utiliser une lettre pour la température (P-polaire, H-hivernal, M-modéré, E-estival et T-tropical) et un chiffre pour les précipitations (de 0 à 2) (Tableau 1 et 2). La combinaison des classes de température avec celles des précipitations nous donne les types de temps correspondants.

Tableau 1.

Symboles et limites des sous-classes de température (°C).

0 ou P			1 ou H			2 ou M			3 ou E			4 ou T		
0 ₀	0 ₁		1 ₀	1 ₁	1 ₂	2 ₁	2 ₂	2 ₃	3 ₂	3 ₃	3 ₄	4 ₃	4 ₄	4 ₅
ou			ou			ou			ou			ou		
-33	-17		-2	-8,5	3,5	7,5	11,5	15	18	21	24	26	29	33

(Les limites sont arrondies au 0,5°C)

Source: Litynski, J. 1986. "Classification numérique des types de temps".

Tableau 2

Symboles et limites des sous-classes de précipitations (en mm).

0		1		2	
				2 ₁	2 ₂
0		0		1,7	3,2
					6,5
					2 ₃

Source: Litynski, J. 1986. "Classification numérique des types de temps".

Pour les études régionales le besoin d'une classification plus détaillée se fait sentir, surtout en ce qui concerne la température; en subdivisant chaque classe de température en trois (3) sous-classes de probabilité égale (tableau 1). Le plus souvent on n'a pas besoin de subdiviser les classes de précipitations. La classe "0"(sans précipitation) est d'ailleurs indivisible et la classe "1" est trop étroite pour la subdiviser; c'est seulement dans la classe "2" que l'on peut former des sous-classes (voir tableau 2).

En combinant ces nouvelles classes nous obtenons 75 sous-types de temps (Tableau 3).

Tableau 3
Gamme complète des sous-types de temps.

PRECIPITATIONS	TEMPERATURES															
	P			H			M			E			T			
	P.	P ₀	P ₁	H ₀	H ₁	H ₂	M ₁	M ₂	M ₃	E ₂	E ₃	E ₄	T ₃	T ₄	T ₊	
	0	P ₀ 0	P ₀ 0	P ₁ 0	H ₀ 0	H ₁ 0	H ₂ 0	M ₁ 0	M ₂ 0	M ₃ 0	E ₂ 0	E ₃ 0	E ₄ 0	T ₃ 0	T ₄ 0	T ₊ 0
	1	P ₀ 1	P ₀ 1	P ₁ 1	H ₀ 1	H ₁ 1	H ₂ 1	M ₁ 1	M ₂ 1	M ₃ 1	E ₂ 1	E ₃ 1	E ₄ 1	T ₃ 1	T ₄ 1	T ₊ 1
	2 ₁	P ₀ 2 ₁	P ₀ 2 ₁	P ₁ 2 ₁	H ₀ 2 ₁	H ₁ 2 ₁	H ₂ 2 ₁	M ₁ 2 ₁	M ₂ 2 ₁	M ₃ 2 ₁	E ₂ 2 ₁	E ₃ 2 ₁	E ₄ 2 ₁	T ₃ 2 ₁	T ₄ 2 ₁	T ₊ 2 ₁
	2 ₂	P ₀ 2 ₂	P ₀ 2 ₂	P ₁ 2 ₂	H ₀ 2 ₂	H ₁ 2 ₂	H ₂ 2 ₂	M ₁ 2 ₂	M ₂ 2 ₂	M ₃ 2 ₂	E ₂ 2 ₂	E ₃ 2 ₂	E ₄ 2 ₂	T ₃ 2 ₂	T ₄ 2 ₂	T ₊ 2 ₂
2 ₊	P ₀ 2 ₊	P ₀ 2 ₊	P ₁ 2 ₊	H ₀ 2 ₊	H ₁ 2 ₊	H ₂ 2 ₊	M ₁ 2 ₊	M ₂ 2 ₊	M ₃ 2 ₊	E ₂ 2 ₊	E ₃ 2 ₊	E ₄ 2 ₊	T ₃ 2 ₊	T ₄ 2 ₊	T ₊ 2 ₊	

Source: Litynski, J. 1986.. "Classification numérique des types de temps".

2.A.2. Variabilités climatiques locales

Pour étudier les variabilités climatiques locales et faire ressortir l'homogénéité (ou l'hétérogénéité spatio-temporelle des stations nous procéderons à l'analyse de variance, l'analyse des coefficients de corrélation de Pearson, des distributions de fréquences et des statistiques élémentaires.

2.B. DEPERISSEMENT

2.B.1. Incidence et sévérité

Les données sur le dépérissement à utiliser dans cette étude se présentent sous deux formes:

- cartographique: carte dressée par le Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec (1988) où la distribution spatiale du dépérissement est classée selon le dépérissement des cîmes (figure 10).

- numérique: données sur l'évolution du dépérissement de 1983 à 1986 est présentant l'incidence (pourcentage d'arbres atteints) et la sévérité (pourcentage de feuillage manquant) moyennes pour quatre régions (Thetford-Mines, Athabaska-Lennoxville, Saint-Georges et Mégantic) (tableau 4).

La relation entre le dépérissement et le climat est peu évidente et pas aisée à démontrer. Car la quantification du dépérissement ne date que de 1983 et est représentée par des moyennes annuelles; alors que ce même dépérissement est non seulement la conséquence de plusieurs facteurs agissant simultanément ou en synergie et que les stress climatiques que les érables subissent s'étalent sur toute l'année.

Tableau 4.

Évolution du dépérissement.

Stations	Année	Incidence (INC)	Sévérité (SEV)
THETFORD MINES	1983	37,05	17,92
	1984	73,21	14,33
	1985	80,86	18,49
	1986	84,23	22,43
ARTHABASKA & LENNOXVILLE	1983	82,16	28,70
	1984	92,61	38,32
	1985	91,30	44,58
	1986	93,61	47,97
MEGANTIC	1983	67,32	17,15
	1984	78,61	27,65
	1985	82,19	28,57
	1986	87,53	37,85
SAINT- GEORGES	1983	42,06	7,13
	1984	53,15	10,63
	1985	67,40	16,17
	1986	78,14	23,27

Pour mettre en relation les éléments du temps et le dépérissement, nous avons choisi de présenter l'analyse des corrélations entre le dépérissement, dont les données figurent au tableau 4, et les paramètres climatiques 11, 12 et 13 du tableau 6. Le paramètre 11 représente les gel-degel quotidiens (GDQ) durant la période printanière et automnale. Le paramètre 12 représente la couverture de neige au sol (NSOL) durant la période hivernale. Le paramètre 13 représente le nombre de jours consécutifs sans précipitation (NJCSP) durant la période de végétation. Ces trois paramètres sont calculés pour quatre stations (Disraeli # 01, Lennoxville # 02, Vallée-Jonction # 07 et West-Ditton # 08) sur une base annuelle de 1983 à 1986. Les données utilisées sur le dépérissement figurent au tableau et sont l'incidence (INC) et la sévérité (SEV) moyennes annuelles du dépérissement pour la même période. A chaque région du tableau 4 on a fait correspondre une station météorologique. Le couplage des stations avec les régions est le suivant:

I - Thetford-Mines avec Disraeli (# 01)

II - Arthabaska-Lennoxville avec Lennoxville (# 02)

III - Saint-Georges avec Vallée-Jonction (# 07)

IV - Mégantic avec West-Ditton (# 08).

2.B.2. Production de sirop d'érable

Comme les données sur le dépérissement n'existent qu'à partir de 1983, nous utiliserons en plus une méthode indirecte pour tenter de mettre en relation les éléments du temps et le dépérissement.

Cette méthode procède par l'utilisation d'un indicateur du dépérissement plutôt que le dépérissement lui-même. Elle consiste à mettre en relation les paramètres climatiques 1 à 9 du tableau 6 et la production de sirop d'érable (tableau 5).

Tableau 5.
Production de sirop d'érable.

Année	Production (x 1 000 Kl)
1977	8065
1978	6601
1979	9819
1980	10912
1981	13458
1982	7786
1983	8270
1984	7273
1985	5905
1986	8100

La production annuelle de sirop d'érable a l'avantage de permettre une étude temporelle, ce que les données sur le dépérissement ne permettent pas, mais elle a

l'inconvénient de ne pas être explicitement liée au dépérissement. En effet la production de sirop d'érable est fonction du nombre d'entailles, de la demande, du climat et possiblement du dépérissement. La productivité (nombre de tiges/entaille) aurait été plus appropriée quoique fortement dépendante du climat. Ces dernières n'étaient cependant pas disponibles.

2.B.2.1. Paramètres utilisés

Le tableau 6 donne la liste des 14 paramètres utilisés dans l'étude (12 paramètres météorologiques, la production annuelle de sirop d'érable et le dépérissement).

Tableau 6.

Paramètres utilisés.

1)	Température moyenne (TMJ).
2)	Température maximum moyen (TMAX).
3)	Température minimum moyen (TMIN).
4)	Pluies-accumulées (PTP).
5)	Neiges accumulées (PTN).
6)	Degrés-froids accumulés (DF).
7)	Degrés-froids des maximum accumulés (DFX).
8)	Degrés-froids des minimum accumulés (DFN).
9)	Degré-jours accumulés (DJ).
10)	Production annuelle de sirop d'érable (PROD).
11)	Les périodes de gel-dégel (GDQ).
12)	La hauteur de la neige au sol (Nsol).
13)	Le nombre de jours sans précipitation(NJCSP).
14)	Dépérissement (INC et SEV).

Les analyses se feront de la façon suivante:

- corrélation entre le dépérissement et les paramètres 11 à 14

- analyse des anomalies pour les paramètres 1, 4 et 5
- corrélation entre la production de sirop d'érable et les paramètres 1 à 10

Contrairement à la corrélation entre le dépérissement et les paramètres climatiques (moyennes annuelles) qui se fera entre les quatre stations météorologiques sélectionnées et les érablières correspondantes, la corrélation entre la production de sirop d'érable et les paramètres climatiques se fera sur une moyenne régionale (ensemble des stations) pour la période de 1977 à 1986.

2.B.2.2. Méthode de calcul

- **Les températures:** les températures sont des moyennes mensuelles calculées à partir des températures quotidiennes (paramètres 1 à 3).
- **Les précipitations:** les précipitations sont les accumulations mensuelles de pluies ou de neiges quotidiennes (paramètres 4 et 5).
- **Les degrés-jours accumulés (DJ):** ce sont des accumulations mensuelles de degrés-jours quotidiens. Ils représentent la chaleur quotidienne disponible au-dessus d'une température-seuil choisie et sont calculés de la façon suivante:

$$\begin{aligned}
 &DJ = TMJ - TS, \quad \text{si } TMJ \geq TS \\
 \text{et} \quad &DJ = 0, \quad \text{si } TMJ < TS
 \end{aligned}$$

DJ = degrés-jours d'une journée

TMJ = $(T_{MAX} + T_{MIN}) / 2$

TS = température seuil

- **Les degrés-froids accumulés (DF):** ce sont aussi des accumulations mensuelles. Ils indiquent l'action des basses températures et sont calculés à l'inverse des degrés-jours pour obtenir une accumulation du froid en-dessous d'un certain seuil.

(degrés-froids) $DF = - (TMJ - TS)$ si $TMJ \geq TS$

et $DF = 0$, si $TMJ < TS$

- **Les degrés-froids des maximums (DFX) et des minimums (DFN):** sont calculés de la même façon que les degrés-froids des températures moyennes. Au lieu de soustraire du seuil choisi la température moyenne du jour, on soustrait le maximum ou le minimum selon le cas:

$FD_{MAX} = - (T_{MAX} - TS)$ si $T_{MAX} \geq TS$

et $FD_{MAX} = 0$, si $T_{MAX} < TS$

2.B.2.3. Méthode d'analyse

- **Les anomalies:** par cette méthode, on cherche à isoler les valeurs moyennes mensuelles qui s'éloignent le plus de la normale. Pour ce faire, ces valeurs mensuelles sont

centées et réduites de la façon suivante:

$$VT = (V - N) / ET$$

VT = valeur transformée (centrée et réduite)

V = valeur mensuelle du paramètre

N = moyenne mensuelle (1977-1986)

ET = écart-type (1977-1986)

- **La corrélation (Cpx):** cette méthode permet de déterminer les valeurs les mieux reliées à la baisse de production de sirop d'érable. Pour notre étude, le calcul de corrélation sera effectué entre chacun des paramètres météorologiques (**x**) et la production de sirop d'érable (**p**) (Tableau 6: paramètres 1 à 10).

$$Cpx = \text{covariance } (px) / (\text{Var } p \text{ Var } x)^{1/2}$$

2.B.3. Les données

Les données météorologiques de base sont les données journalières de température (maxima et minima) et de précipitations (pluie et neige). Elles portent sur 11 stations (tableau 7, figure 5) sur une période de dix années (1977-1986) et proviennent du Ministère de l'Environnement du Québec.

Les données sur le dépérissement sont des données annuelles allant de 1983 à

1986 et proviennent du Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec. Les données de production annuelle de sirop d'érable proviennent du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec sur la période 1977-1986.

Les traitements mathématiques ont été réalisés à l'aide du logiciel SPSSXet du logiciel LOTUS (1-2-3).

Tableau 7.

Stations météorologiques utilisées.

STATIONS	LATITUDE NORD	LONGITUDE OUEST	ALTITUDE (m)
01 DISRAELI	45°55'	71°19'	358
02 LENNOXVILLE	45°52'	71°51'	152
03 MEAPLE-LEAF-EAST	45°20'	71°24'	445
04 SAINT-ISIDORE-D'AUKLAND	45°16'	71°31'	393
05 SAINT-LUDGER	45°45'	70°41'	328
06 SAWYERVILLE-NORD	45°22'	71°32'	346
07 VALLEE-JONCTION	46°23'	70°56'	152
08 WEST-DITTON	45°24'	71°18'	508
09 ARMAGH-STATION	46°43'	70°37'	312
10 SAINTE-GERMAINE	46°23'	70°32'	448
11 ARTHABASKA	46°02'	71°55'	152

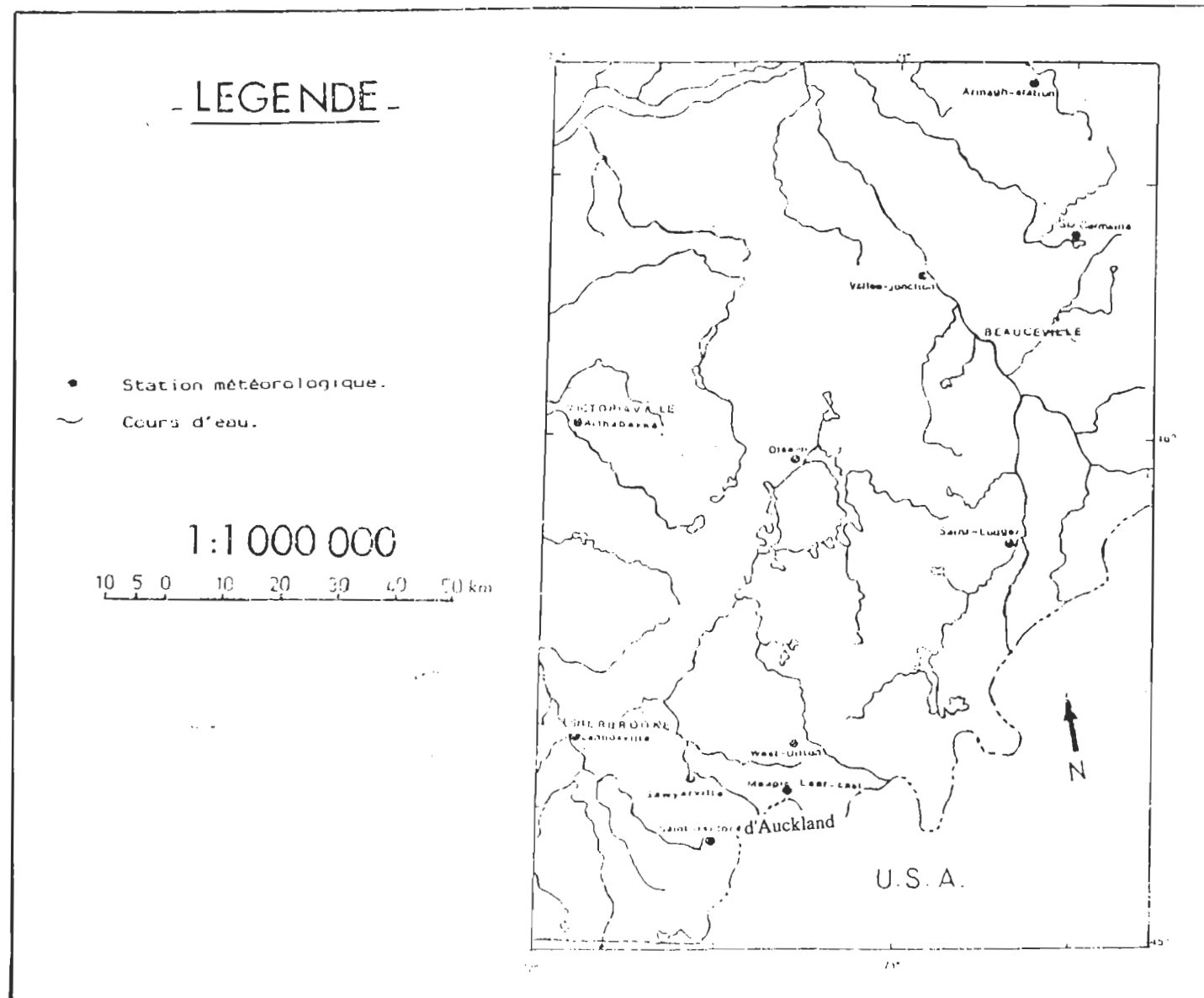


Figure 5: Localisation des stations météorologiques.

CHAPITRE III

RESULTATS

3.A. CLIMAT

3.A.1. Les types de temps

Les types de temps journaliers pour l'ensemble de la région ont été disposés dans un tableau à deux entrées où on observe 39 types de temps sur les 45 possibles (tableau 8, figure 6). On remarque que les types principaux de temps les plus fréquents sont le type hivernal (38,5%) et le type modéré (32,6%). Ces deux types sont présents en toute saison et les deux autres types sont le type polaire (17,5%) qui est totalement absent l'été et le type estival (11,4%) qui est totalement absent l'hiver. Le type tropical n'a été observé que cinq fois sur 65 000 observations.

Les classes de précipitations associées à ces types de temps sont par ordre d'importance la classe "0" (pas de précipitation) avec 48%, la classe "2" (précipitations significatives: $p > 1,7$ mm)) avec 32% et enfin la classe "1" (faibles précipitations: $p \leq 1,7$ mm) avec seulement 19%.

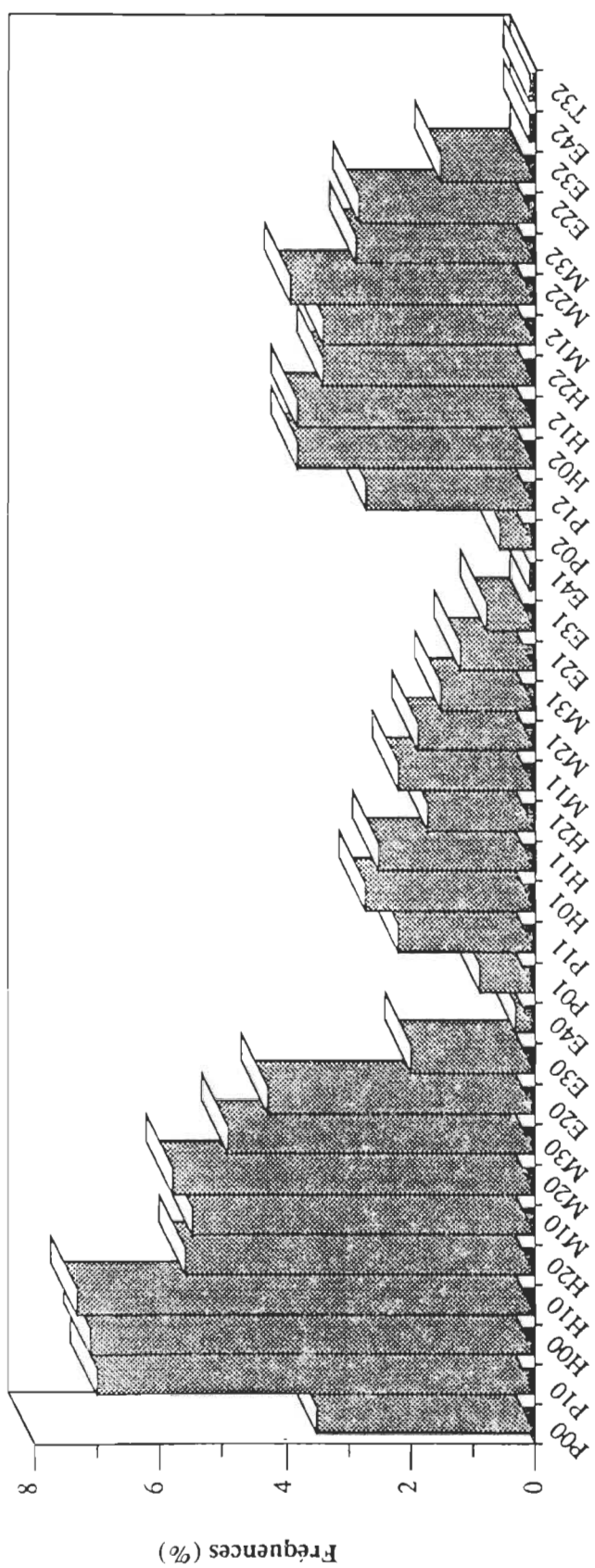


Figure 6: Types de temps pour l'ensemble des stations

Tableau 8.

Types de temps pour l'ensemble de la région (10 ans).

		"0"	"1"	"2"	TOTAL	%	
Polaire	P-	1	0	0	1	0	17,5%
	P0	1038	303	213	1554	4.8	
	P1	1901	1012	1192	4105	12.7	
Hivernal	H0	1755	1094	1681	4530	14.	38,5%
	H1	2108	910	1420	4438	13.8	
	H2	1688	591	1142	3421	10.6	
Modéré	M1	1791	631	1253	3675	11.4	32,6%
	M2	1850	644	1244	3738	11.6	
	M3	1630	478	984	3092	9.6	
Estival	E2	1180	400	856	2436	7.6	11,4%
	E3	548	172	383	1103	3.4	
	E4	60	20	39	119	0.4	
TROPICAL	T3	3	0	2	5	0	
Total		15553	6255	10409	32217		
%		48.3	19.4	32.3		100	

Le tableau 9 donne les types de temps par saison. Les types de temps dominants en hiver correspondent au type polaire très froid (P_0), polaire froid (P_1) et hivernal froid (H_0) avec un peu plus de 80% des jours. Les types correspondants au printemps et à l'automne sont sensiblement les mêmes, on retrouve surtout le type hivernal et le type modéré qui représentent 94,2% au printemps et 96,1% en automne.

Tableau 9.

Types de temps par saison sur l'ensemble de la région (10 ans).

HIVER						PRINTEMPS					
T.T.	"0"	"1"	"2"	Tot.	%	T.T.	"0"	"1"	"2"	Tot.	%
P ₋	1	0	0	1	0	P ₁	22	4	18	44	0,8
P ₁	1038	303	210	1551	14,7	H ₀	195	65	103	36	6,8
P ₁	1754	966	1149	3869	36,6	H ₁	560	197	307	1064	20,0
H ₀	1097	751	1200	3048	28,8	H ₂	688	174	332	1194	22,4
H ₁	618	359	592	1569	14,8	M ₁	630	173	371	1174	22,0
H ₂	161	69	180	410	3,9	M ₂	418	120	294	832	15,6
M ₁	65	20	27	112	1,1	M ₃	204	69	119	392	7,4
M ₂	5	3	8	16	0,2	E ₂	88	35	53	176	3,3
M ₃	0	1	2	3	0	E ₃	58	4	20	82	1,5
Tot.	4739	2472	3368	10		E ₄	6	0	0	6	0,1
%	44,8	23,4	31,8		100	Tot.	2869	841	1617	5327	
						%	%	53,9	15,8	30,4	100

EIE						AUTOMNE					
T.T.	"0"	"1"	"2"	Tot.	%	T.T.	"0"	"1"	"2"	Tot.	%
H ₁	27	7	5	39	0,4	P ₀	0	0	3	3	0,1
H ₂	284	87	108	479	4,5	P ₁	125	42	25	192	3,4
M ₁	787	272	504	1563	14,6	H ₀	463	278	378	1119	20,0
M ₂	1316	479	844	2639	24,6	H ₁	903	347	516	1766	31,5
M ₃	1395	393	832	2620	24,5	H ₂	555	261	522	1338	23,9
E ₂	1080	363	797	2240	20,9	M ₁	309	166	351	826	14,8
E ₃	485	167	361	1013	9,5	M ₂	111	42	98	251	4,5
E ₄	54	20	39	113	1,1	M ₃	31	15	31	77	1,4
T ₃	3	0	2	5	0	E ₂	12	2	6	20	0,4
Tot.	5431	1788	3492	10711		E ₃	5	1	2	8	0,1
%	50,7	16,7	32,6		100	Tot.	2514	1154	1932	5600	
						%	44,9	20,6	34,5		100

T.T. = Types de Temps.
 % = Fréquence d'apparition du type.
 Tot. = Nombre de fois où le type est observé.

Les types de temps associés à la classe de précipitations "0" sont les plus fréquents et les types associés à la classe de précipitations "1" les moins fréquents et ce, à toutes les saisons (tableau 8).

3.A.1.1. Distribution spatiale

Le tableau 10 donne les types de temps par station. On note quelques différences, d'une station à l'autre, dans la distribution des types de temps quotidiens (figure 7). Les deux extrêmes se trouvent à Sainte-Germaine et Lennoxville; les types de temps associés à de basses températures (P_{-} , P_0 , P_1 et H_0), représentent 35,3% à Sainte-Germaine et 26,5 % à Lennoxville. Les fréquences de types de temps associés à de hautes températures (M_2 , M_3 et E) sont plus élevées à Lennoxville (15,4%) qu'à Sainte-Germaine (8,5%). Les autres stations ont des types de temps dont la fréquence se situe à l'intérieur de ces deux extrêmes. Dans l'ensemble les stations qui se trouvent dans la partie nord du territoire sont plus froides que celles qui sont plus au sud, à l'exception toutefois de West-Ditton qui, géographiquement est une station du sud du territoire et qui a des types de temps comparables à ceux de Armagh-Station beaucoup plus au nord (tableau 10).

Les types de temps associés à la classe de précipitations "0" (pas de précipitations) sont plus fréquents avec 48% des jours observés, suivis de la classe "2"

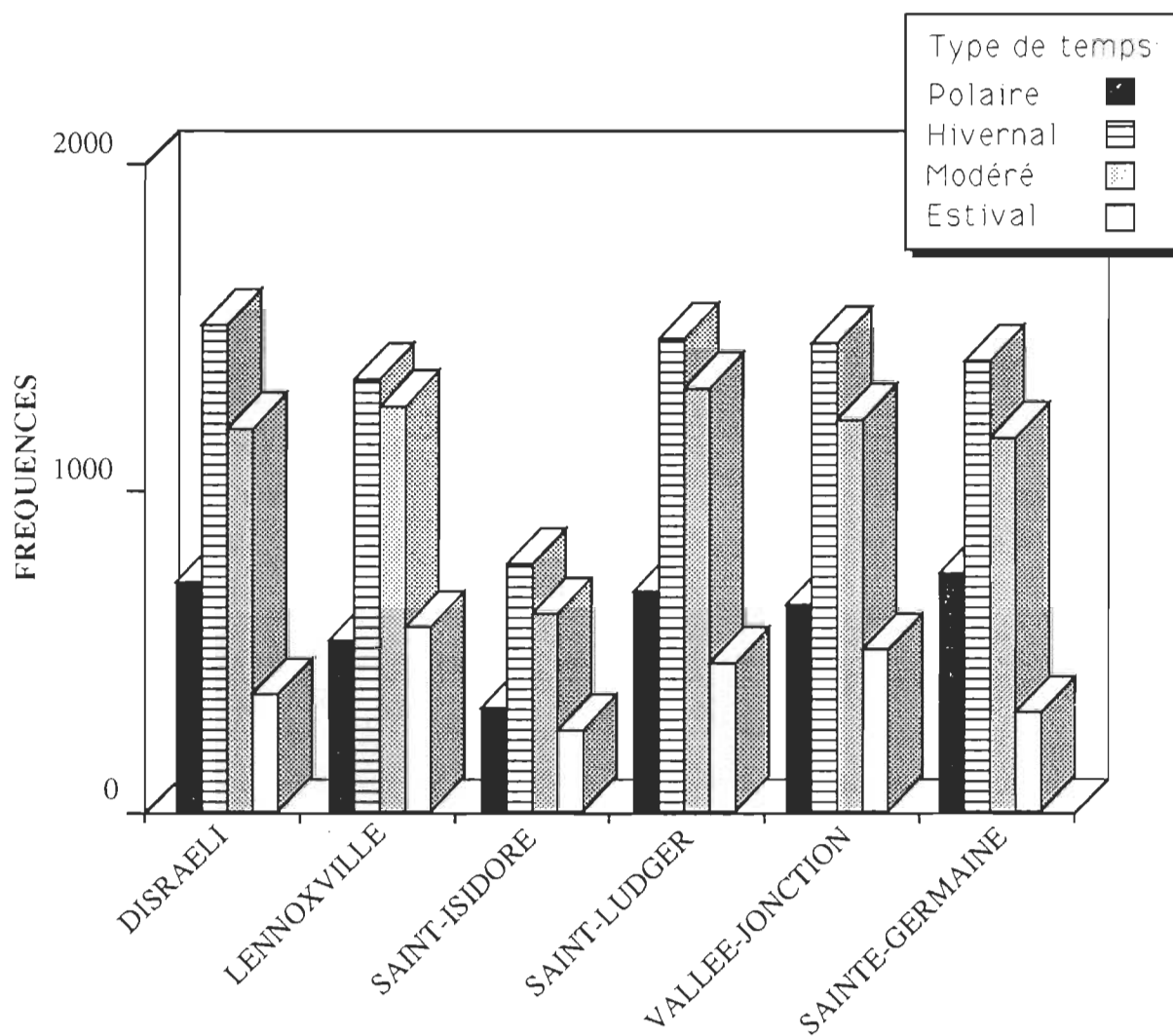


Figure 7: Types de temps par station

Tableau 10.

Types de temps par station.

DISRAELI

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	TOTAL	%
"0"	130	193	169	228	153	153	141	127	90	39	5	1428	40,4
"1"	50	125	129	120	100	99	115	87	61	16	1	903	25,6
"2"	27	137	204	182	132	142	141	102	95	36	3	1201	34,0
TOTAL	207	455	502	530	385	394	397	316	246	91	9	3532	
%		5,9	12,9	14,2	15,0	10,9	11,2	11,2	8,9	7,0	2,6	0,3	100

LENNOXVILLE

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T3	TOTAL	%
"0"	75	175	149	232	178	204	201	186	158	87	13	1	1659	47,9
"1"	30	119	125	125	71	79	67	55	61	34	5	0	771	22,3
"2"	21	80	145	122	111	149	119	110	101	66	11	0	1035	29,9
TOTAL	126	374	419	479	360	432	387	351	320	187	29	1	3465	
%	3,6	10,8	12,1	13,8	10,4	12,5	11,2	10,1	9,2	5,4	0,8	0		100

MAPLE-LEAF-EAST

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	TOTAL	%
"0"	51	95	76	92	77	84	91	88	56	38	4	752	46,9
"1"	17	69	69	55	27	16	24	16	13	8	3	317	19,8
"2"	10	67	108	76	53	61	60	44	34	19	3	535	33,4
TOTAL	78	231	253	223	157	161	175	148	103	65	10	1604	
%	4,9	14,4	15,8	13,9	9,8	10	10,9	9,2	6,4	4,1	0,6		100

SAINT-ISIDORE-D'AUKLAND

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	TOTAL	%
"0"	36	77	78	104	99	91	107	91	66	44	4	797	43,9
"1"	24	92	87	75	30	27	37	25	25	16	3	441	24,3
"2"	5	66	93	84	63	72	65	55	46	24	4	577	31,8
TOTAL	65	235	258	263	192	190	209	171	137	84	11	1815	
%	3,6	12,9	14,2	14,5	10,6	10,5	11,5	9,4	7,5	4,6	0,6		100

SAINT-LUDGER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	TOTAL	%
"0"	131	307	300	283	210	216	243	197	142	62	6	2097	58,8
"1"	17	75	66	83	53	80	51	46	29	11	0	511	14,3
"2"	20	92	136	137	109	120	128	100	87	29	1	959	26,9
TOTAL	168	474	502	503	372	416	422	343	258	102	7	3567	
%	4,7	13,3	14,1	14,1	10,4	11,7	11,8	9,6	7,2	2,9	0,2		100

SAWYERVILLE-NORD

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T3	TOTAL	%
"0"	75	170	155	200	175	216	190	198	134	78	10	1	1602	46,0
"1"	26	107	119	105	57	53	63	55	53	20	4	0	662	19,0
"2"	17	141	196	164	130	139	154	110	103	57	4	0	1215	34,9
TOTAL	118	418	470	469	362	408	407	363	290	155	18	1	3479	
%	3,4	12	13,5	13,5	10,4	11,7	11,7	10,4	8,3	4,5	0,5	0		100

VALLEE-JONCTION

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T3	TOTAL	%
"0"	125	248	254	261	199	196	207	174	155	70	10	0	1899	53,3
"1"	31	78	97	90	62	79	68	54	41	29	3	0	632	17,7
"2"	22	95	137	136	120	121	140	103	100	53	5	2	1034	29,0
TOTAL	178	421	488	487	381	396	415	331	296	152	18	2	3565	
%	5	11,8	13,7	13,7	10,7	11,1	11,6	9,3	8,3	4,3	0,5	0,1		100

WEST-DITTON

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	TOTAL	%
"0"	106	157	164	203	171	203	201	175	126	37	2	1545	42,8
"1"	40	130	144	88	72	55	80	62	47	14	0	732	20,3
"2"	33	187	248	173	146	139	159	121	96	30	1	1333	36,9
TOTAL	179	474	556	464	389	397	440	358	269	81	3	3610	
%	5	13,1	15,4	12,9	10,8	11	12,2	9,9	7,5	2,2	0,1		100

ARMAGH-STATION

	P-	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T3	TOTAL	%
"0"	1	138	232	196	220	193	179	212	174	113	47	4	1	1710	49,6
"1"	0	26	92	124	84	70	72	71	45	32	14	1	0	631	18,3
"2"	0	22	120	172	157	128	145	124	104	92	39	6	0	1109	32,1
TOTAL	1	186	444	492	461	391	396	407	323	237	100	11	1	3450	
%	0	5,4	12,9	14,3	13,4	11,3	11,5	11,8	9,4	6,9	2,9	0,3	0		100

SAINTE-GERMAINE

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	TOTAL	%
"0"	145	186	169	238	192	192	209	177	114	33	0	1655	49,1
"1"	40	109	117	68	42	59	50	25	32	8	0	550	16,3
"2"	33	179	210	149	125	135	124	108	81	181	1163	34,5	
TOTAL	218	474	496	455	359	386	383	310	227	59	1	3368	
%	6,5	14,1	14,7	13,5	10,7	11,5	11,4	9,2	6,7	1,8	0		100

ARTHABASKA

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	TOTAL	%
"0"	26	61	45	47	41	57	48	43	26	13	2	409	53,7
"1"	2	16	17	17	7	12	18	8	6	2	0	105	13,8
"2"	3	28	32	40	25	30	30	27	21	12	0	248	32,5
TOTAL	31	105	94	104	73	99	96	78	53	27	2	762	
%	4,1	13,8	12,3	13,6	9,6	13	12,6	10,2	7	3,5	0,3		100

(précipitations significatives) avec 32% et enfin la classe "1" (faibles précipitations) avec 19%.

Spatialement, Saint-Ludger est la station la moins arrosée avec 26,9% des jours (minimum régional) associés à la classe "2" et 58,8% des jours (maximum régional) sont associés à la classe "0". Alors que West-Ditton est la station la plus arrosée dont 36,9% des jours appartiennent à la classe "2".

Les stations les plus au nord sont dans l'ensemble plus arrosées que celles qui sont plus au sud. Cette différence est encore plus accentuée à travers les saisons. Ainsi Vallée-Jonction et Saint-Ludger ont des pourcentages de 60% et plus de leurs types de temps qui sont associés à la classe "2", alors qu'à Lennoxville on n'observe que 50% de ces mêmes types de temps.

3 A.I.2 Variation temporelle

Les types de temps modérés (M_1 , M_2 et M_3) sont les types de transition par excellence, ils sont présents aux quatre saisons. On les retrouve généralement à la fin de l'hiver et à la fin de l'été. Ceux-ci représentent un maximum de 30,5% des jours au printemps (Lennoxville) et un minimum de 27,1% en hiver à Disraeli.

Les variations mensuelles des types de temps, d'une station à l'autre, connaissent une faible fluctuation malgré la grande variation des températures journalières (Annexe A).

En hiver, les types associés à la classe "1" sont faibles (23%). Alors que pour la classe "2" les valeurs sont sensiblement les mêmes (environ 32%). C'est la classe "0" qui crée la différence entre la classe "1" et "2". En janvier, plus de 90% des jours ont le type polaire ou hivernal froid (P_0 , P_1 ou H_0) dont 76% avec précipitations significatives (Annexe A).

En été, 50% des jours en juillet ont le temps estival. Malgré que le caractère général de l'été soit assez humide, on observe 20% de jours chauds et beaux où il n'y a pas de précipitation (Annexe A).

3.A.2. Analyse spatio-temporelle

Par l'analyse statistique, nous avons voulu examiner les variations de température et de précipitation d'une station à l'autre et aussi la variabilité dans le temps de ces deux éléments.

3.A.2.1 La température (1977-1986)

La température de l'air est l'une des caractéristiques les plus représentatives du climat. Celle-ci varie beaucoup d'une saison à l'autre et même à l'intérieur d'une même saison (Hufty, 1971).

3.A.2.1.1. Moyennes mensuelles

Le tableau 11 donne les valeurs des températures moyennes mensuelles et leurs écarts-types. On remarque que c'est en février que les températures fluctuent le plus. Ces fluctuations diminuent à partir de mars pour atteindre un minimum en juillet. Elles augmentent en août et septembre et baissent à nouveau en octobre pour recommencer à augmenter et ce, jusqu'en février.

Spatialement, les écarts de température sont plus élevés (supérieurs à la moyenne régionale), à Lennoxville, Maple-Leaf-East, Saint-Isidore et West-Ditton. Ils sont aux alentours de la moyenne à Saint-Ludger et Sainte-Germaine et ils sont en dessous de cette moyenne à Vallée-Jonction et Armagh-Station.

Tableau 11.

Températures moyennes mensuelles et écart-type.

Station		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	Moy.
JANVIER	Moy.	-13,6	-11,6	-11,8	-11,7	-12,8	-11,7	-13,0	-12,6	-13,5	-14,5	-12,8	-12,8
	E.T.	2,8	2,7	2,5	2,3	2,6	2,5	2,4	2,5	2,4	2,6	2,8	2,6
FEVRIER	Moy	-10,2	-8,6	-9,8	-9,7	-9,6	-8,6	-9,3	-9,9	-9,9	-10,6	-9,5	-9,6
	E.T.	3,7	4,0	4,6	4,9	3,7	3,9	3,4	4,2	3,6	3,8	2,7	3,7
MARS	Moy.	-4,5	-2,4	-2,2	-2,2	-4,0	-2,8	-3,7	-3,7	-4,6	-5,2	-3,0	-3,7
	E.T.	2,7	2,6	2,9	2,9	2,6	2,6	2,5	2,7	2,6	2,7	0,8	2,7
AVRIL	Moy.	3,1	5,3	3,7	4,3	3,2	4,6	4,1	3,4	2,7	2,2	6,0	3,7
	E.T.	1,9	1,6	1,6	1,6	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,9	2,4	1,9
MAI	Moy.	10,9	12,3	12,5	12,4	11,0	11,9	11,4	10,9	10,3	10,1	11,9	11,2
	E.T.	1,3	1,1	0,8	0,6	1,0	1,2	1,1	1,3	1,4	1,6	0,8	1,4
JUN	Moy.	14,7	16,4	15,3	15,6	14,8	15,7	15,8	14,5	14,7	14,2	15,0	15,1
	E.T.	0,9	1,0	0,9	0,8	1,0	1,1	1,0	1,2	1,1	1,3	0,9	1,2
JUILLET	Moy.	17,8	19,4	18,6	18,9	17,9	18,8	18,9	17,5	17,6	17,1	18,9	18,2
	E.T.	0,8	0,7	1,0	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8	0,7	1,0
AOÛT	Moy.	16,7	17,9	17,2	17,3	16,6	17,6	17,8	16,3	16,5	15,9	17,4	17,0
	E.T.	1,1	1,0	0,8	0,7	1,2	1,0	1,2	1,1	1,1	1,4	0,1	1,2
SEPTEMBRE	Moy.	11,6	13,1	11,6	11,8	11,8	12,7	12,3	11,7	11,4	10,6	13,2	11,9
	E.T.	1,4	1,3	1,0	1,0	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,7	1,5
OCTOBRE	Moy.	5,6	7,2	5,9	6,0	5,9	6,7	6,5	5,8	5,7	4,7	7,5	6,1
	E.T.	1,0	0,9	1,0	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,1	1,0	0,8	1,2
NOVEMBRE	Moy.	-0,7	1,1	0,6	0,7	-0,4	0,7	-0,1	-0,4	-0,6	-2,0	-0,4	-0,2
	E.T.	1,6	1,7	2,6	2,3	1,7	1,8	1,5	2,4	1,4	1,8	1,5	1,9
DECEMBRE	Moy.	-8,4	-6,4	-8,4	-6,8	-7,8	-6,9	-7,9	-8,0	-8,9	-10,0	-7,1	-7,9
	E.T.	2,5	2,8	3,0	3,3	2,4	2,5	3,6	2,6	2,6	2,4	2,6	2,8
Moy.		3,6	5,3	4,4	4,7	3,9	4,9	4,4	3,8	3,4	2,7	4,8	4,1
E.T.		1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	1,5	1,9

Station météorologique (voir tableau 7, page 33).

Sainte-Germaine est plus froide durant les cinq mois les plus froids de l'année et Lennoxville se distingue par des températures constamment plus élevées.

3.A.2.1.2. Maxima et minima mensuels

Cette absence apparente de particularité dans la distribution des moyennes disparaît toutefois à l'examen des maxima et des minima qui nous révèle que mai est le mois où les températures sont les plus contrastées et novembre le mois où elles le sont le moins (tableau 12).

Lennoxville connaît les maxima les plus élevés de toute la région et Sainte-Germaine, Disraeli et Saint-Ludger les minima les plus bas. Lennoxville connaît des minima plus élevés que Saint-Isidore-D'Auckland et ce, en janvier, février et mars. Cette différence de température entre deux stations voisines nous semble davantage liée à un effet de site qu'à tout autre facteur.

Durant toute l'année, l'amplitude moyenne mensuelle demeure plus élevée à Saint-Ludger qu'à Sainte-Germaine. Elle est forte durant les mois froids et s'atténue graduellement du printemps vers l'été.

Tableau 12.

Maxima et minima mensuels.

DISRAELI				MAPLE-LEAF-EAST		
	TMAX	TMIN	AMP	TMAX	TMIN	AMP
1	-8,44	-18,79	10,35	-7,74	-15,86	8,12
2	-5,33	-15,05	9,73	-5,95	-13,64	7,69
3	0,62	-9,62	10,24	1,87	-6,34	8,22
4	8,40	-2,13	10,53	8,09	-0,76	8,85
5	17,12	4,57	12,55	17,99	7,09	10,90
6	20,71	8,75	11,96	19,91	10,68	9,23
7	23,80	11,82	11,98	23,31	13,81	9,50
8	22,24	11,13	11,11	21,65	12,81	8,84
9	17,13	6,00	11,13	16,32	6,88	9,44
10	10,29	0,96	9,33	9,52	2,25	7,27
11	3,12	-4,47	7,60	4,45	-3,11	7,55
12	-3,73	-13,11	9,39	-4,30	-12,55	8,25
Moyenne.	8,83	-1,66	10,50	8,76	0,11	8,66

LENNOXVILLE				SAINT-ISIDORE		
MOIS	TMAX	TMIN	AMP	TMAX	TMIN	AMP
1	-6,27	-17,02	10,75	-7,38	-16,02	8,64
2	-2,98	-14,25	11,27	-5,58	-13,85	8,27
3	3,04	-7,77	10,81	2,21	-6,52	8,73
4	10,97	-0,30	11,27	8,93	-0,35	9,29
5	18,87	5,66	13,21	18,11	6,71	11,40
6	22,50	10,27	12,23	20,64	10,61	10,04
7	25,53	13,30	12,23	24,07	13,73	10,34
8	23,82	12,05	11,77	22,18	12,49	9,69
9	19,03	7,20	11,83	16,72	6,99	9,73
10	12,29	2,17	10,12	9,78	2,16	7,62
11	5,37	-3,17	8,54	4,45	-3,13	7,58
12	-1,75	-11,11	9,36	-2,79	-10,74	7,95
Moyenne	10,88	-0,25	11,12	9,28	0,17	9,11

	SAINT-LUDGER			ARMAGH-STATION		
	TMAX	TMIN	AMP	TMAX	TMIN	AMP
1	-7,34	-18,32	10,98	-9,11	-17,80	8,69
2	-4,13	-15,17	11,03	-5,66	-14,19	8,53
3	1,27	-9,23	10,51	0,01	-9,25	9,26
4	8,76	-2,32	11,08	7,56	-2,18	9,74
5	17,47	4,40	13,07	15,95	4,70	11,25
6	20,88	8,79	12,09	19,99	9,34	10,66
7	24,06	11,82	12,24	23,04	12,26	10,78
8	22,45	10,72	11,74	21,70	11,20	10,51
9	17,74	5,87	11,87	16,35	6,36	9,99
10	11,13	0,71	10,42	9,80	1,51	8,29
11	4,16	-4,89	9,04	3,01	-4,25	7,26
12	-2,70	-13,02	10,32	-4,70	-13,02	8,32
Moyenne	9,48	-1,72	11,20	8,16	-1,28	9,44

	SAWYERVILLE-NORD			WEST-DITTON		
	TMAX	TMIN	AMP	TMAX	TMIN	AMP
1	-7,04	-16,34	9,30	-8,31	-16,82	8,51
2	-4,22	-12,89	8,66	-5,92	-13,81	7,89
3	1,87	-7,39	9,26	0,55	-7,99	8,55
4	9,57	-0,45	10,01	7,91	-1,10	9,00
5	17,71	6,07	11,64	16,06	5,72	10,34
6	21,06	10,40	10,66	19,31	9,66	9,64
7	24,24	13,29	10,95	22,30	12,79	9,51
8	22,68	12,48	10,20	20,87	11,80	9,07
9	17,93	7,51	10,41	16,31	6,97	9,33
10	11,16	2,26	8,90	9,69	1,74	7,95
11	4,48	-3,15	7,63	3,14	-3,95	7,10
12	-2,48	-11,17	8,69	-3,95	-12,01	8,06
Moyenne	9,75	0,05	9,69	8,16	-0,58	8,75

SAINTE-GERMAINE

ARTHABASKA

	TMAX	TMIN	AMP		TMAX	TMIN	AMP
1	-10,57	-18,37	7,81		-7,19	-18,32	11,14
2	-6,78	-14,49	7,71		-3,90	-15,18	11,28
3	-0,98	-9,46	8,48		2,13	-8,06	10,19
4	6,47	-2,04	8,51		11,74	0,22	11,53
5	15,30	4,82	10,47		18,29	5,52	12,77
6	18,90	9,45	9,45		20,65	9,26	11,39
7	21,72	12,55	9,17		24,17	13,59	10,58
8	20,57	11,29	9,28		23,21	11,68	11,53
9	15,17	6,04	9,13		18,87	7,57	11,29
10	8,63	0,78	7,85		12,49	2,40	10,09
11	1,26	-5,26	6,52		4,01	-4,78	8,78
12	-6,26	-13,80	7,54		-2,02	-12,25	10,23
Moyenne	6,95	-1,54	8,49		10,20	6 -0,70	10,90

VALLEE-JONCTION

	TMAX	TMIN	AMP
1	-7,61	-18,31	10,69
2	-4,19	-14,38	10,20
3	1,30	-8,71	10,00
4	9,43	-1,32	10,75
5	17,73	5,07	12,66
6	21,52	9,99	11,53
7	24,62	13,07	11,54
8	23,28	12,06	11,23
9	17,76	6,91	10,85
10	11,17	1,74	9,43
11	3,77	-4,03	7,80
12	-2,97	-12,90	9,93
Moyenne	9,65	-0,90	10,55

3.A.2.1.3. Analyse de corrélation et analyse de variance

Pour savoir si les fluctuations des températures moyennes mensuelles s'effectuent de la même manière à toutes les stations, nous avons calculé le coefficient de corrélation de Pearson (tableau 13). Au niveau de probabilité 5% et même 1%, les coefficients de corrélation sont tous significatifs. Il apparaît nettement que toutes les stations ont le même profil de fluctuation. Celles-ci ne font ressortir aucune particularité géographique locale.

Tableau 13.

Coefficient de corrélation des températures moyennes mensuelles entre les stations prises deux à deux.

STATIONS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
01	1	0,9998	0,9977	0,9985	1	0,9999	0,9999	0,9998	0,9998	0,9996	0,9978
02	0,9998	1	0,9978	0,9989	0,9997	0,9999	0,9997	0,9998	0,9994	0,9993	0,998
03	0,9977	0,9978	1	0,9991	0,9977	0,9980	0,9975	0,9984	0,9976	0,9979	0,9948
04	0,9985	0,9989	0,9991	1	0,9985	0,9987	0,9981	0,9990	0,9978	0,9979	0,9962
05	1	0,9997	0,9977	0,9985	1	0,9999	0,9998	0,9998	0,9998	0,9995	0,9976
06	0,9999	0,9999	0,9980	0,9987	0,9999	1	0,9999	0,9999	0,9997	0,9997	0,9979
07	0,9999	0,9997	0,9975	0,9981	0,9998	0,9999	1	0,9996	0,9998	0,9998	0,9977
08	0,9998	0,9998	0,9984	0,9990	0,9998	0,9999	0,9996	1	0,9996	0,9994	0,9980
09	0,9998	0,9994	0,9976	0,9978	0,9998	0,9997	0,9998	0,9996	1	0,9997	0,9969
10	0,9996	0,9993	0,9979	0,9979	0,9995	0,9997	0,9998	0,9994	0,9997	1	0,9971
11	0,9978	0,9984	0,9948	0,9962	0,9976	0,9979	0,9977	0,9980	0,9969	0,9971	1

01 = Station (voir tableau 7 page 31).

Même si notre territoire connaît de faibles élévations et est latitudinalenemt peu étendu, nous avons examiné les variations mensuelles des maxima et minima de températures en fonction de ces deux facteurs. On remarque, d'après le tableau 14, que les maxima et minima mensuels varient en fonction de la latitude et de l'altitude; celles-ci sont toutes négativement corrélées. Les variations en fonction de l'altitude des maxima apparaissent surtout en été. Pour les températures minimales, seuls les mois de janvier, mars, novembre et décembre sont significativement corrélés avec l'altitude et ne le sont en aucun mois avec la latitude.

Tableau 14.

Dépendance latitudinale et altitudinale des températures journalières

	MAXIMA		MINIMA	
	LAT	ALT	LAT	ALT
JANVIER	NS	NS	NS	-0,69
FEVRIER	-0,84	-0,06	NS	NS
MARS	NS	NS	NS	-0,65
AVRIL	-0,79	-0,11	NS	NS
MAI	NS	NS	NS	-0,62
JUIN	-0,79	-0,12	NS	NS
JUILLET	-0,78	-0,19	NS	NS
AOUT	-0,90	0,00	NS	NS
SEPTEMBRE	-0,83	-0,10	NS	NS
OCTOBRE	-0,85	0,00	NS	NS
NOVEMBRE	NS	NS	NS	-0,62
DECEMBRE	-0,65	-0,36	NS	-0,63

LAT = Latitude

.ALT = Altitude.

NS= Non Significatif.

Et pour connaître les fluctuations saisonnières, nous avons utilisé l'analyse de variance (tableau 15). Il en ressort qu'en hiver il n'existe pas de différence significative entre la température moyenne mensuelle des stations. Ce n'est qu'à partir du printemps que commencent à apparaître des différences entre les stations. Ces différences augmentent à mesure qu'on avance vers l'été. C'est en juillet que les différences de température sont les plus marquées entre les stations.

Lorsque soumises à l'analyse de la variance (tableau 15), on remarque que les deux stations les plus difficilement regroupables sont Lennoxville (# 02) et Sainte-Germaine (#10). A ces deux stations on peut en greffer quelques-unes pour former deux sous-régions: celle de Lennoxville (# 02) à laquelle on peut associer les stations de Sawyerville-Nord (# 06) et Vallée-jonction (# 07) et la sous-région de Sainte-Germaine (# 10) à laquelle on peut associer les stations de West-Ditton (# 08), Armagh-Station (# 09), Saint-Ludger (# 05) et dans une certaine mesure Disraeli (# 01). En effet cette dernière est significativement différente de Sainte-Germaine (# 10) en octobre. Ces deux sous-régions opposent généralement les stations les plus au sud (plus chaudes) aux stations plus au nord à l'exception de Vallée-Jonction (# 07) et West-Ditton (# 08). Ceci s'explique par le fait que Vallée-Jonction se trouve dans une vallée encaissée et West-Ditton sur un haut plateau.

Tableau 15.

Analyse de variance des températures moyennes mensuelles.

V = Degré de liberté; F = Valeur du F de Fisher; P = Probabilité au niveau 0,05.
 (*) Dénote les paires de stations significativement différentes au niveau 0,05.

	V	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F ratio	P prob
JANVIER					
Inter groupes	10	78,5135	7,8514	1,1985	0,3045
Intra groupes	81	530,6443	6,5512		
Total	91	609,1578			
FEVRIER					
Inter groupes	10	38,0064	3,8006	0,2521	0,9893
Intra groupes	81	1221,2104	15,0767		
Total	91	1259,2168			
MARS					
Inter groupes	10	89,1134	8,9113	1,2950	0,2474
Intra groupes	81	557,3802	6,8812		
Total	91	646,4937			
AVRIL					
Inter groupes	10	86,2291	8,6229	2,7570	0,0057
Intra groupes	80	250,2115	3,1276		
Total	90	336,4405			
STATIONS		09	10		
	02	*	*		
MAI					
Inter groupes	10	54,5987	5,4599	3,6444	0,0005
Intra groupes	80	119,8539	1,4982		
Total	90	174,4526			
STATIONS		10	09	01	
06	*				
02	*	*	*		
04	*				
03	*				

Tableau 15 (suite).

	V	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F ratio	P prob
JUIN					
Inter groupes	10	42,7472	4,2747	3,6550	0,0005
Intra groupes	80	93,5644	1,1696		
Total	90	136,3115			
STATIONS	10	08	09	01	05
06	*				
07	*				
02	*	*	*	*	*
JUILLET					
Inter groupe	10	46,9367	4,6937	8,2862	0,0000
Intra groupes	80	45,3153	0,5664		
Total	90	92,2520			
STATIONS	10	08	09	01	05
03	*				
06	*	*	*	*	*
07	*	*	*	*	*
04	*	*			
02	*	*	*	*	*
AOUT					
Inter groupes	10	40,3909	4,0391	3,3670	0,0011
Intra groupes	80	95,9675	1,1996		
Total	90	136,3584			
STATIONS	10	08			
06	*				
07	*				
02	*	*			
SEPTEMBRE					
Inter groupes	10	48,4682	4,8468	2,5668	0,0096
Intra groupes	80	151,0604	1,8883		
Total	90	199,5287			
STATIONS	10				
06	*				
02	*				

Tableau 15 (suite et fin)

	V	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F ratio	P prob
OCTOBRE					
Inter groupes	10	48,6632	4,8663	5,0567	0,0000
Intra groupes	81	77,9510	0,9624		
Total	91	126,6142			
STATIONS	10	01	09	08	
01	*				
07	*				
06	*				
02	*	*	*	*	
11	*				
NOVEMBRE					
Inter groupes	10	67,8332	6,7833	2,0312	0,0404
Intra groupes	81	270,4994	3,3395		
Total	91	338,3326			
STATIONS	10				
06	*				
02	*				
DECEMBRE					
Inter groupes	10	98,2199	9,8220	1,3076	0,2408
Intra groupes	80	600,9396	7,5117		
Total	90	699,1594			

3.A.2.2. Les précipitations

La moyenne annuelle des précipitations varie entre 900 mm pour la station la moins arrosée (Saint-Ludger #05) et 1200 mm pour la station la plus arrosée (West-Ditton #08) (tableau 16).

3.A.2.2.1. Les précipitations mensuelles (10 ans)

Les mois de janvier, février, mars et avril sont les mois les moins arrosés, avec des valeurs moyennes avoisinant les 70 mm (Figure 8). Les mois de mai, octobre, novembre et décembre sont un peu mieux arrosés avec des totaux oscillant autour de 90 mm. Les précipitations atteignent des sommets annuels en juillet, août et septembre, avec des moyennes supérieures à 110mm, allant jusqu'à 135 mm à Saint-Isidore-D'Auckland (Tableau 16).

L'écart-type des précipitations mensuelles varie beaucoup d'un mois à l'autre et d'une station à l'autre. Il est plus élevé en été qu'en hiver. Ceci est particulièrement dû aux trajectoires des masses d'air froid qui, en hiver, se situent généralement plus au sud et couvrent toute la région à l'étude. L'été ces trajectoires se situent généralement plus au nord; les précipitations sur la région sont alors d'origine plutôt convectives et donc moins homogènes spatialement.

Tableau 16.

Précipitations mensuelles et écarts-types.

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	Moy
JANVIER												
P	82,7	75,4	95,9	96,1	67,6	97,9	71,0	99,6	73,7	89,2	86,6	83,7
E	48,6	58,2	66,0	66,5	39,6	52,7	47,2	51,7	38,3	49,5	81,2	49,7
FEVRIER												
P	60,3	40,9	63,6	60,2	51,9	66,5	43,8	70,6	46,7	55,2	61,5	55,4
E	29,2	20,0	23,7	29,2	41,1	24,0	35,1	23,5	21,6	23,8	27,6	28,1
MARS												
P	86,1	62,2	68,8	59,8	54,7	83,9	69,4	95,0	74,6	81,1	61,8	74,3
E	16,2	18,8	16,2	7,9	18,4	23,7	23,9	15,6	11,9	13,9	2,5	20,8
AVRIL												
P	82,6	72,1	69,9	66,9	60,4	76,1	62,2	86,4	79,9	76,1	60,1	73,5
E	20,1	18,3	7,1	17,3	25,9	22,0	28,0	43,8	33,6	29,8	4,8	27,4
MAI												
P	91,6	87,3	63,4	61,0	76,5	101,8	92,2	103,3	95,6	96,3	71,2	89,5
E	49,7	43,7	31,5	28,7	40,6	55,9	46,6	50,9	53,3	49,0	39,1	46,4
JUIN												
P	119,6	98,5	135,6	137,7	110,0	120,9	118,9	121,7	116,4	135,3	129,2	119,8
E	45,1	34,4	55,3	55,6	45,9	39,9	47,3	36,7	39,5	46,8	10,0	42,3
JUILLET												
P	119,7	101,8	74,4	77,9	94,9	100,6	106,5	104,9	131,6	128,0	132,8	108,1
E	54,7	44,8	44,3	47,0	43,9	49,4	65,1	45,0	72,1	74,8	8,8	55,4
AOÛT												
P	130,6	114,3	95,4	104,9	98,2	112,3	112,3	115,4	119,5	121,6	115,4	114,1
E	50,6	21,4	30,4	33,1	29,2	30,6	47,2	36,5	65,5	51,9	67,7	41,9
SEPTEMBRE												
P	120,7	92,0	110,9	107,5	101,5	96,3	109,5	105,1	128,9	116,9	114,7	109,0
E	38,0	45,1	35,8	29,6	40,3	36,8	33,2	47,9	40,8	42,3	4,7	39,2
OCTOBRE												
P	105,9	83,6	104,0	106,1	68,6	90,5	83,3	96,7	92,5	91,3	69,3	90,0
E	28,0	28,5	28,0	33,8	25,7	32,3	26,2	30,8	29,0	24,5	32,2	29,3
NOVEMBRE												
P	102,9	80,2	94,6	84,6	79,6	103,4	83,3	121,6	88,7	89,9	93,3	93,2
E	36,2	30,1	22,8	27,1	27,4	36,6	31,2	36,2	35,1	34,0	39,9	33,8
DECEMBRE												
P	115,7	84,1	93,8	85,2	66,7	107,9	81,7	111,9	100,8	111,2	67,3	95,6
E	40,5	31,7	12,4	17,1	14,8	34,3	26,9	28,9	31,3	34,9	4,3	32,7
TOTAL ANNUEL												
T	1218	992	1070	1047	930	1158	1034	1232	1148	1192	1063	1106
E	38,1	32,9	31,1	32,7	32,7	36,5	38,2	37,3	39,3	39,6	26,9	37,2

I = Station météorologique (voir tableau 6, page 30).

P = Précipitations mensuelles.

T = Total annuel par station.

E = Ecart-type.

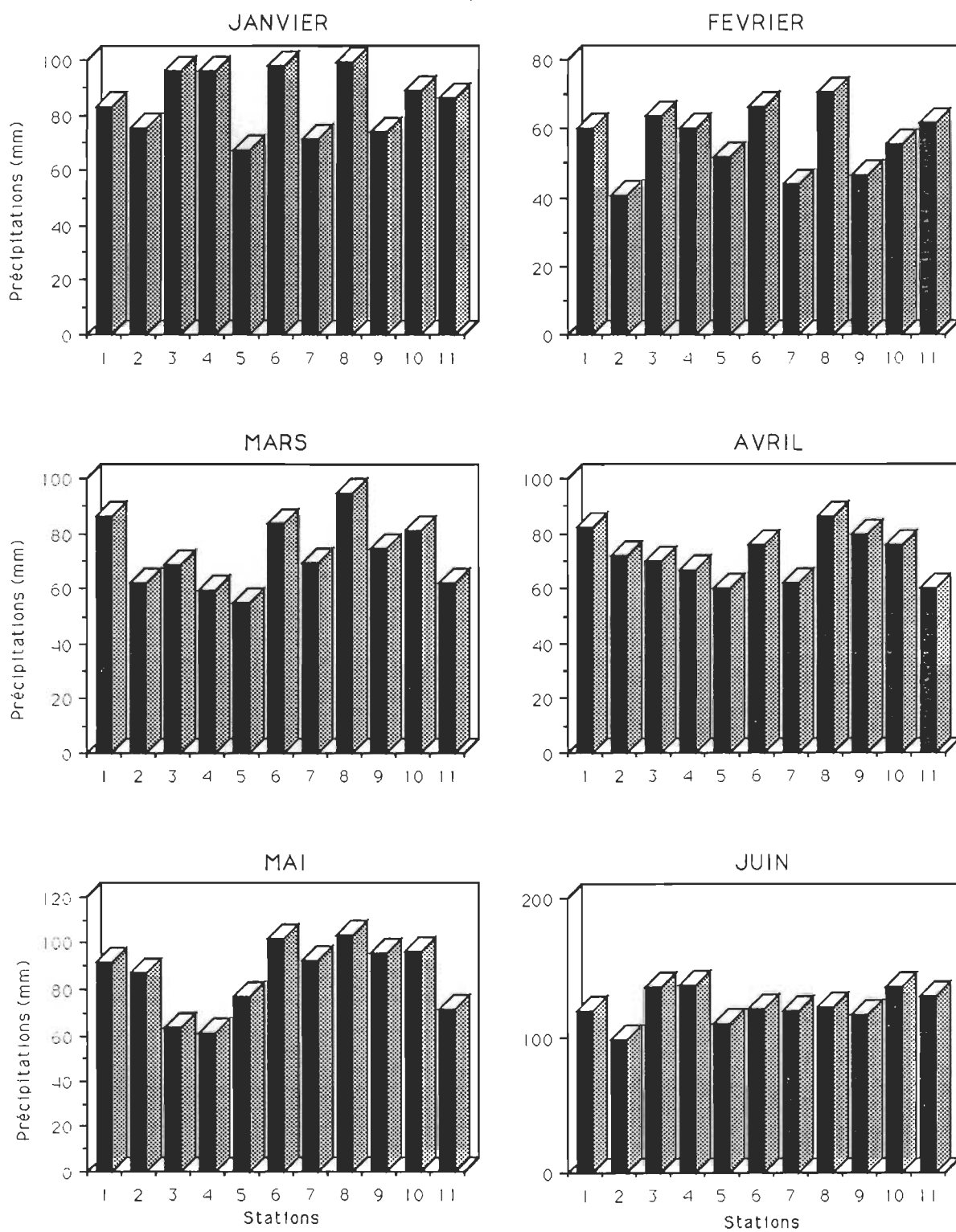


Figure 8.a: Précipitations mensuelles

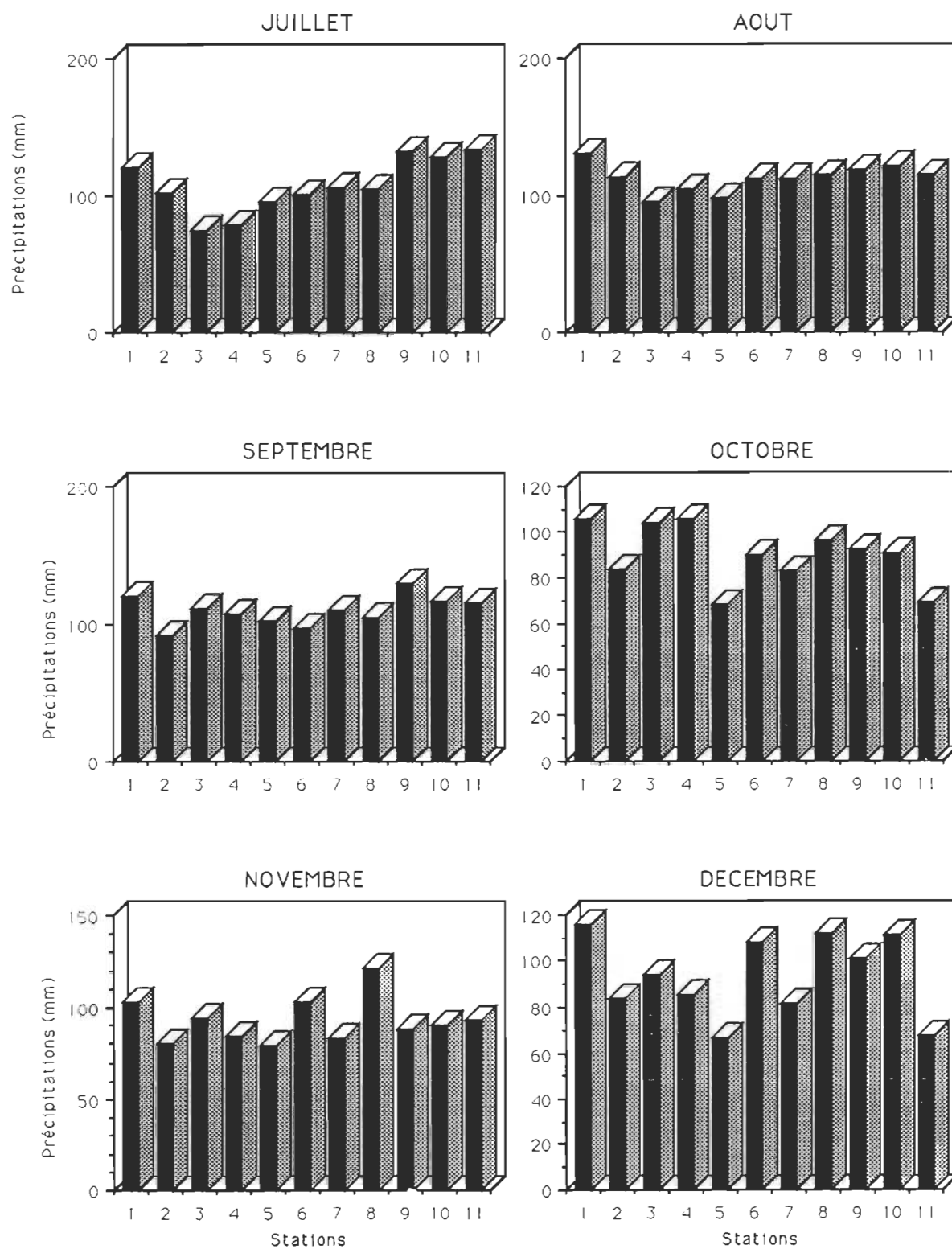


Figure 8.b: Précipitations mensuelles

3.A.2.2.2. Analyse de corrélation et analyse de variance

Pour mettre en évidence les fluctuations des précipitations mensuelles d'une station à l'autre nous avons calculé le coefficient de corrélation de Pearson dont les résultats figurent au tableau 17. Contrairement aux températures, les précipitations ne fluctuent pas uniformément d'une station à l'autre. Les précipitations dans les stations varient indépendamment particulièrement entre Disraeli (# 01) d'une part et les stations Maple-Leaf-East (# 03), Saint-Isidore-D'Auckland (# 04), Vallée-Jonction (# 07) et West-Ditton (# 08) d'autre part; entre Lennoxville (# 02) et les stations Saint-Ludger (# 05), Sawyerville-Nord (# 06) et Vallée-Jonction (# 07); entre Meaple-Leaf-East (# 03) et les stations Saint-Ludger (# 05), Sawyerville-Nord (# 06) et Sainte-Germaine (# 10); entre Sawyerville (# 06) et les stations West-Ditton (# 08) et Armagh-Station (# 09); entre West-Ditton (# 08) et Arthabaska (# 11) et enfin, entre Armagh-Station (# 09) et Arthabaska (# 11) (tableau 17).

Et pour mettre en évidence les différences mensuelles entre les stations nous avons utilisé à nouveau l'analyse de variance dont les résultats figurent au tableau 18. C'est uniquement en mars et décembre que l'on observe des différences significatives entre les stations. En mars, Saint-Ludger (# 05) est significativement différente de Sainte-Germaine (# 10), de Sawyerville-Nord (# 06), de Disraeli (# 01) et de West-Ditton (# 08); cette dernière (West-Ditton) est également significativement différente de Saint-Isidore-D'Auckland (# 04),

Tableau 17.

Coefficient de corrélation de Pearson des précipitations mensuelles

		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
01	R	1,000	0,2231	0,0965	0,0112	0,1296	0,3525	0,0318	0,0623	0,2005	0,3707	0,5408
	P	-	0,013	0,171	0,456	0,101	0,000	0,377	0,270	0,023	0,000	0,000
02	R	0,2231	1,0000	0,2248	0,1284	0,0065	0,0561	0,0610	0,1984	0,1982	0,1217	0,1909
	P	0,013	-	0,013	0,103	0,475	0,291	0,274	0,024	0,025	0,115	0,029
03	R	0,0965	0,2248	1,0000	0,2117	-0,0132	0,0157	0,1605	0,3354	0,1179	-0,0445	0,0413
	P	0,171	0,013	-	0,018	0,448	0,439	0,056	0,000	0,123	0,331	0,342
04	R	0,0112	0,1284	0,2117	1,0000	0,298	-0,0190	0,1282	0,1671	0,2647	0,0278	0,0387
	P	0,456	0,103	0,018	-	0,001	0,426	0,103	0,049	0,004	0,392	0,352
05	R	0,1296	-0,0065	-0,0132	0,2980	1,0000	0,2524	0,0554	0,2596	0,3095	0,2298	0,0743
	P	0,101	0,475	0,448	0,001	-	0,006	0,293	0,005	0,001	0,011	0,232
06	R	0,3525	0,0561	0,0157	-0,0190	0,2524	1,0000	0,2493	0,0196	0,0788	0,1744	0,1752
	P	0,000	0,291	0,439	0,426	0,006	-	0,006	0,424	0,219	0,042	0,041
07	R	0,0318	0,0610	0,1605	0,1282	0,0554	0,2493	1,0000	0,3342	0,1139	0,1099	0,1057
	P	0,377	0,274	0,056	0,103	0,293	0,006	-	0,000	0,131	0,139	0,149
08	R	0,0623	0,1984	0,3354	0,1671	0,2596	0,0196	0,3342	1,0000	0,3032	0,1408	0,0275
	P	0,270	0,024	0,000	0,049	0,005	0,424	0,000	-	0,001	0,082	0,393
09	R	0,2005	0,1982	0,1179	0,2647	0,3095	0,0788	0,1139	0,3032	1,0000	0,3	
10	R	0,3707	0,1217	-0,0445	0,0278	0,2298	0,1744	0,1099	0,1408	0,3065	1,0000	0,3527
	P	0,000	0,115	0,331	0,392	0,011	0,042	0,139	0,082	0,001	-	0,000
11	R	0,5408	0,1909	0,0413	0,0387	0,0743	0,1752	0,1057	0,0275	0,0970	0,3527	1,0000
	P	0,000	0,029	0,342	0,352	0,232	0,041	0,149	0,393	0,170	0,000	-

01 = Station météorologique (voir tableau 6 p. 31).

R = Coefficient de corrélation.

P = Probabilité d'erreur α .

de Lennoxville (# 02) et de Vallée-Jonction (# 07). En décembre, c'est encore Saint-Ludger (# 05) qui est significativement différente de Sainte-Germaine (# 10), de West-Ditton (# 08) et de Disraeli (# 01).

Tableau 18.

Analyse de variance des précipitations mensuelles.

V = Degré de liberté; F = Valeur du F de Fisher; P = Probabilité d'erreur α .(*) Dénote des paires de stations significativement différentes au niveau α .

	V	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F Ratio	P Prob
JANVIER					
Inter groupes	10	12331,9940	1233,1994	0,4713	0,9039
Intra groupes	81	211960,2690	2616,7934		
Total	91	224292,2630			
FÉVRIER					
Inter groupes	10	8656,2702	865,6270	1,1062	0,3678
Intra groupes	81	63384,3110	782,5224		
Total	91	72040,5812			
MARS					
Inter groupes	10	14112,8759	1411,2876	4,5222	0,0000
Intra groupes	81	25278,4540	312,0797		
Total	91	39391,3299			
<div> <div>STATIONS</div> <div> <div>0 5</div> <div>0 4</div> <div>0 2</div> <div>0 7</div> </div> </div> <div> <div>1 0</div> <div>0 6</div> <div>0 1</div> <div>0 8</div> </div> <div> <div>*</div> <div>*</div> <div>*</div> <div>*</div> </div> <div> <div></div> <div>*</div> <div>*</div> <div>*</div> </div>					
AVRIL					
Inter groupes	10	6683,5960	668,3596	0,8783	0,5568
Intra groupes	80	60879,0570	760,9882		
Total	90	67562,6530			
MAI					
Inter groupes	10	13571,1630	1357,1163	0,6027	0,8071
Intra groupes	80	180144,9500	2251,8119		
Total	90	193716,1130			
JUIN					
Inter groupes	10	10832,0961	1083,2096	0,5784	0,8270
Intra groupes	80	149816,4085	1872,7051		
Total	90	160648,5046			

Tableau 18 (suite et fin)

	V	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F Ratio	P Prob
JUILLET					
Inter groupes	10	24010,2465	2401,0246	0,7604	0,6659
Intra groupes	80	252622,9065	3157,7863		
Total	90	276633,1530			
AOUT					
Inter groupes	10	8048,4313	804,8431	0,4295	0,9281
Intra groupes	80	149923,0555	1874,0382		
Total	90	157971,4868			
SEPTEMBRE					
Inter groupes	10	11237,1226	1123,7123	0,7069	0,7154
Intra groupes	80	127170,7820	1589,6348		
Total	90	138407,9046			
OCTOBRE					
Inter groupes	10	11878,4101	1187,8410	1,4509	0,1735
Intra groupes	81	66314,8207	818,7015		
Total	91	78193,2308			
NOVEMBRE					
Inter groupes	10	15274,5507	1527,4551	1,3967	0,1967
Intra groupes	81	88580,9237	1093,5917		
Total	91	103855,4743			
DECEMBRE					
Inter groupes	10	25436,9011	2543,6901	2,8742	0,0041
Intra groupes	80	70800,4292	885,0054		
Total	90	96237,3303			
STATIONS		05			
10		*			
08		*			
01		*			

3.A.2.2.3. Variations journalières

Pour conclure cette étude sur la variabilité des précipitations, nous avons calculé les fréquences du nombre de jours consécutifs sans précipitation dont le résultat figure à l'annexe B et est représenté par la figure 9. La distribution des périodes sèches diffère beaucoup d'une station à l'autre. Considérées dans le détail, il appert que deux stations aussi proches que Saint-Isidore-D'Auckland et Lennoxville ont des valeurs de précipitations journalières fort différentes. En plus de prendre des allures très différentes d'un endroit à l'autre, les courbes montrent également des particularités propres à chaque station.

3.B. DEPERISSEMENT

3.B.1. Incidence et sévérité

Le tableau 19 nous indique que les résultats de la corrélation entre les paramètres climatiques (11, 12 et 13) et les données sur le dépérissement ne sont pas significatifs. Bien que la couverture de neige au sol (NSOL) et le nombre de jours sans précipitation (NJCSP) montrent un lien faible avec la sévérité; il en est de même entre le nombre de jours sans précipitation (NJCSP) et l'incidence.

Tableau 19.

Corrélation entre le dépérissement et les paramètres climatiques.

Var	r	P	Var	r	P
INC - GDQ	-0,5748	0,203	SEV - GDQ	-0,6941	0,141
INC - NSOL	0,5720	0,205	SEV - NSOL	0,9224	0,028
INC - NBJSP	-0,6655	0,156	SEV - NBJSP	0,7	0,134

Var = Variables corrélées.

r = Valeur du coefficient de corrélation.

P = Niveau de probabilité.

Les données sur le dépérissement, tableau 4, ont été reprises depuis, et les derniers résultats (Gagnon et al., 1988) sur l'état du dépérissement sont représentés par la figure 10. Ceci nous montre que l'inégale distribution du dépérissement ne peut être attribuée au climat général de la région car l'étude des types de temps et des variations locales nous montrent que le climat moyen n'est pas assez hétérogène pour pouvoir provoquer de telles différences (parfois énormes) dans la distribution spatiale du dépérissement. Ce qui nous amène à examiner plus en détail les fluctuations annuelles des moyennes journalières.

3.B.2. Fluctuation annuelle des moyennes mensuelles

Les résultats du tableau 20 et les annexes C, D, E et F sont des accumulations mensuelles des données journalières calculées sur l'ensemble des stations; la normale (ou moyenne) a été calculé sur 10 ans (1977-1986).

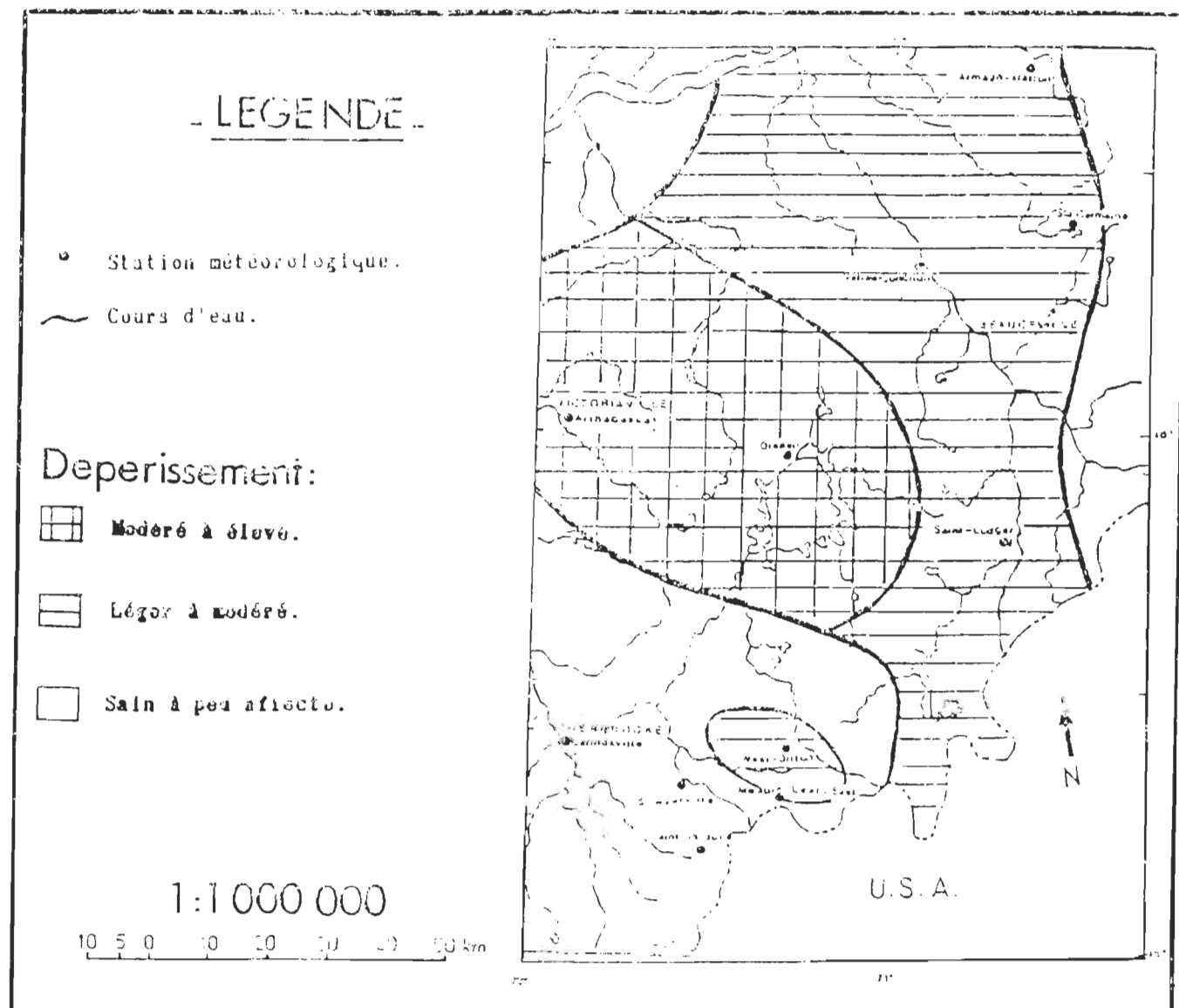


Figure 10: Etendue de la sévérité du déperissement des peuplements d'érable dans le sud du Québec.

Tableau 20.

Valeurs des températures moyennes mensuelles et des accumulations mensuelles de pluie et
de neige exprimées en unités écart-type .

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
JANVIER										
PLUIE	-1,04	0,97	0,97	0,03	-1,02	-0,25	0,77	-0,94	-1,03	1,54
NEIGE	0,48	1,74	1,13	-1,50	-0,89	0,15	-0,26	-0,60	-0,81	0,57
TMM	-0,57	0,27	1,11	0,84	-1,11	-1,70	1,24	0,04	-0,77	0,64
FEVRIER										
PLUIE	-0,47	-0,80	-0,57	-0,80	1,61	-0,47	-0,38	1,06	1,58	-0,77
NEIGE	2,10	-0,58	-1,58	-0,44	-0,67	0,16	0,14	0,93	-0,35	0,28
TMM	0,08	-1,03	-1,56	-0,55	1,71	-0,24	0,41	1,32	0,32	-0,45
MARS										
PLUIE	-0,12	-0,70	2,11	-0,85	-0,19	-0,24	1,21	-1,33	-0,01	0,12
NEIGE	-0,13	0,40	-2,32	0,01	-0,34	1,40	0,54	0,11	0,88	-0,54
TMM	1,59	-1,16	1,30	-0,14	0,20	-0,21	0,39	-1,74	-0,38	0,14
AVRIL										
PLUIE	0	-0,07	-1,21	0,19	1,81	0,20	1,46	-0,56	-1,09	-0,74
NEIGE	-0,33	-0,14	1,47	-0,69	-1,17	1,45	0,74	-1,16	0,57	-0,74
TMM	-0,29	-1,53	0,32	0,57	0,60	-1,53	0,08	0,56	-0,49	1,71
MAI										
PLUIE	-0,95	-0,86	0,37	-1,19	-0,06	-0,71	1,64	1,50	-0,29	0,54
NEIGE	-0,99	1,37	-0,91	-1,02	-0,34	-1,02	0,40	1,22	0,06	1,22
TMM	0,57	1,38	0,61	-0,14	0,53	0,50	-1,57	-1,66	-0,65	0,43
JUIN										
PLUIE	1,55	1,44	-0,62	-0,67	0,05	0,24	-1,86	-0,39	0,02	0,23
NEIGE	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32
TMM	-0,34	0,47	1,02	-0,75	1,04	-0,59	1,33	0,51	-1,20	-1,47

Tableau 20 (suite et fin).

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
JUILLET										
PLUIE	-1,17	-0,92	-0,77	0,92	0,13	-0,89	-0,46	1,82	0,91	0,42
NEIGE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TMM	0,21	0,65	0,98	0,40	0,70	0,31	0,69	0,44	0,48	0,04
AOUT										
PLUIE	-0,43	-0,92	0,75	-0,53	1,92	0,55	-0,39	-0,57	-1,32	0,95
NEIGE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TMM	0,39	0,63	0,22	0,85	0,39	0,04	0,83	0,95	0,37	0,29
SEPTEMBRE										
PLUIE	0,92	-0,84	-0,33	1,40	0,96	-0,10	-1,02	-1,56	-0,36	0,93
NEIGE	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	2,85	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32	-0,32
TMM	-0,43	-1,48	0,33	-0,50	-0,09	0,92	1,73	-0,98	1,07	-0,57
OCTOBRE										
PLUIE	1,26	0,45	-1,23	0,12	1,66	-1,26	0,26	-0,94	0,23	-0,56
NEIGE	-0,63	-0,32	2,39	1,07	0,25	-0,63	-0,51	-0,35	-0,63	-0,63
TMM	-0,02	-0,55	0,51	-1,73	-1,23	1,04	0,23	1,37	0,83	-0,46
NOVEMBRE										
PLUIE	0,20	-0,73	0,18	-0,36	-1,14	0,97	2,26	-0,14	-0,37	-0,87
NEIGE	0,14	-0,37	-1,30	0,44	0,05	-1,08	0,88	-0,64	-0,25	2,13
TMM	0,87	-0,46	1,59	-1,46	-0,08	0,99	0,34	0,13	-0,52	-1,41
DECEMBRE										
PLUIE	-0,51	-0,58	1,05	-0,30	-1,07	1,63	1,48	-0,33	-0,96	0,38
NEIGE	0,02	1,07	-0,91	-0,04	1,58	-1,74	0,65	0,34	0,02	0,28
TMM	-0,36	-0,15	0,66	-1,96	0,74	1,40	-0,55	0,88	-0,95	0,19

Le signe "-" indique une valeur sous la normale tandis que le signe "+" signifie que la valeur est au-dessus de la normale. De plus une valeur élevée signifie que le paramètre s'écarte fortement de la normale. Ainsi dans l'annexe C par exemple, les températures moyennes de février sont fortement au-dessus de la normale en 1981 particulièrement aux seuils: -5°C, 0°C et 5°C.

Afin de mieux faire ressortir les traits saillants de ces tableaux, nous avons cru bon de limiter notre choix à des valeurs significatives en se basant sur les critères suivants:

- les valeurs doivent être du même signe ("+" ou "-")
- les valeurs doivent être modérément ou fortement élevées.

En outre pour être considéré dans la classe modérément élevée, la valeur absolue centrée et réduite doit se situer entre 1,04 et 1,65. Il sera fortement élevé lorsqu'il sera plus grand que 1,65. Ces deux classes correspondent à des probabilités d'occurrence d'un évènement semblable ("+" ou "-") de 30% et de 10% respectivement.

Le tableau 20 présente les résultats par valeurs mensuelles d'écart-type des températures moyennes et des accumulations de pluie et de neige pour les dix années à l'étude. Ces valeurs sont calculés sur une moyenne régionale (ensemble des stations). En considérant les valeurs obtenues à chacun des mois, on remarque que certains mois ne présentent aucun trait significatif alors que d'autres présentent des écarts importants que nous résumons ci-dessous:

JANVIER

- Température modérément sous la normale (-0,94 à -1,04) 4 ans sur 10 et modérément au-dessus de la normale (+0,97 à +1,54) 3 ans sur 10.

- Pluies modérément sous la normale 2 ans sur 10 et modérément au-dessus de la

normale 2 ans sur 10.

- Neiges modérément à fortement sous la normale 2 ans sur 10.

FEVRIER

- Température au-dessus de la normale 3 ans sur 10.
- Pluies modérément au-dessus de la normale 3 ans sur 10.
- Neige modérément sous la normale 2 ans sur dix et modérément au-dessus de la

normale 2 ans sur 10.

MARS

- Température au-dessus de la normale (1979).
- Pluies fortement sous la normale (1979).
- Neiges modérément sous la normale 2 ans sur 10 et modérément au-dessus de

la normale 2 ans sur 10.

AVRIL

- Température sous la normale 2 ans sur 10 et modérément au dessus de la

normale 2 ans sur 10.

- Pluies modérément sous la normale 2 ans sur 10 et modérément au-dessus de la

normale 2 ans sur 10.

- Neige modérément sous la normale 2 ans sur 10.

MAI

- Température modérément sous la normale 3 ans sur 10 et modérément au-dessus de la normale 2 ans sur 10.
- Pluies modérément sous la normale 4 ans sur 10.

OCTOBRE

- Température modérément sous la normale 3 ans sur 10 et modérément au-dessus de la normale 2 ans sur 10.
- Pluies modérément à fortement au-dessus de la normale 2 ans sur 10.
- Neige modérément sous la normale 2 ans sur 10 et modérément au-dessus de la normale 2 ans sur 10.

NOVEMBRE

- Température modérément sous la normale 2 ans sur 10 et modérément à fortement au-dessus de la normale 2 ans sur 10.
- Pluies modérément sous la normale 2 ans sur 10..
- Neige modérément sous la normale 2 ans sur 10 et modérément à fortement au-dessus de la normale 3 ans sur 10.

DECEMBRE

- Température modérément sous la normale 2 ans sur 10 et modérément au-dessus de la normale 3 ans sur 10.
- Pluies modérément sous la normale 3 ans sur 10 et modérément au-dessus de la normale 2 ans sur 10.
- Neige modérément sous la normale 2 ans sur 10.

Dans les annexes C, D, E et F on retrouve les valeurs centrées et réduites des degrés-jours et des degrés-froids calculées à partir des températures moyennes, ainsi que les valeurs centrées et réduites des degrés-froids des maxima et des minima. Les mois les plus importants sont:

Annexe D:

- décembre 1980, fortement au dessus de la normale pour tout les seuils,
- mars 1984, fortement au dessus de la normale pour tous les seuils et,
- octobre 1978, fortement au dessus de la normale pour les seuils -30, -25 et -20°C et modérément au dessus de la normale pour le seuil -15°C.

Annexe E:

- janvier 1981, fortement au dessus de la normale pour les seuils -30°C et -25°C et modérément au dessus de la normale pour les seuils allant de -20 à +10°C

- octobre 1979, fortement au dessus de la normale pour les seuils -25, -20 et -15°C et modérément au dessus de la normale pour le seuil -30°C.

Annexe F:

- décembre 1980 fortement au dessus de la normale pour tous les seuils; en 1981 modérément sous la normale pour les seuils allant de -20 à -15°C et en 1982, elles sont encore modérément sous la normale pour les seuils +5 à +15°C et,

- mars 1977, modérément sous la normale pour les seuils -15 à +15°C, 1978, modérément au dessus de la normale pour les seuils 0 à +15°C, 1979, modérément sous la normale pour les seuils 0 à +15°C et en 1984 fortement au dessus de la normale pour les seuils -30 à -5°C et modérément au dessus de la normale pour les seuils 0 à +15°C.

3.B.3. Production de sirop d'érable et climat

Les tableaux 21, 22 et 23 présentent les principaux résultats du calcul des corrélations de la production de sirop d'érable avec les différents paramètres climatiques étudiés.

Tableau 21.

**Coefficients de corrélation entre les degrés-froids
des températures moyennes et la production de sirop d'érable.**

TS	P	R	Mois
-30°C	0,045	0,5931	JANVIER
-30°C	0,006	0,7823	DECEMBRE
-25°C	0,035	0,6247	DECEMBRE
-20°C	0,078	0,5110	DECEMBRE
-15°C	0,070	0,5291	DECEMBRE
-10°C	0,076	0,5162	DECEMBRE
-5°C	0,081	-0,5049	MARS
0°C	0,079	-0,5096	MARS
0°C	0,001	0,8560	OCTOBRE
+5°C	0,082	-0,5044	MARS
+5°C	0,010	0,7474	OCTOBRE
+5°C	0,058	0,5574	OCTOBRE
+5°C	0,006	0,7823	JUILLET
+10°C	0,087	-0,4931	MARS
+10°C	0,055	0,5652	OCTOBRE
+10°C	0,087	0,4932	JUILLET
+10°C	0,016	0,7036	JUN
+10°C	0,085	-0,4969	MAI
+15°C	0,026	0,6563	JANVIER

Tableau 22.

**Coefficients de corrélation entre les degrés-froids des maxima et
la production de sirop d'érable.**

Seuil	P	R	Mois
-15°C	0,013	0,7248	JANVIER
-15°C	0,006	0,7823	DECEMBRE
-10°C	0,087	0,4944	JANVIER
-10°C	0,093	0,4826	DECEMBRE
-5°C	0,093	0,4819	DECEMBRE
0°C	0,066	0,5374	DECEMBRE
0°C	0,000	0,9241	OCTOBRE
+5°C	0,002	0,8432	OCTOBRE
+10°C	0,008	0,7633	OCTOBRE
+10°C	0,019	0,6905	JUN
+15°C	0,031	0,6368	JANVIER

TS= Température Seuil P=Niveau de probabilité R= Coefficient de corrélation.

Tableau 23.

**Coefficients de corrélation entre les degrés-froids des minima et
la production de sirop d'érable.**

Seuil	P	R	Mois
-25°C	0,051	0,5751	DECEMBRE
-20°C	0,067	0,5362	DECEMBRE
-15°C	0,077	-0,5133	MARS
-15°C	0,066	0,5376	DECEMBRE
-10°C	0,044	-0,5964	MARS
-10°C	0,078	0,5109	DECEMBRE
-5°C	0,048	-0,5849	MARS
-5°C	0,093	0,4824	DECEMBRE
0°C	0,058	-0,5584	MARS
0°C	0,005	0,7858	SEPTEMBRE
+5°C	0,061	-0,5494	MARS
+5°C	0,077	0,5132	JUIN
+5°C	0,041	-0,6064	MAI
+10°C	0,062	-0,5468	MARS
+10°C	0,077	0,5149	SEPTEMBRE
+10°C	0,068	0,5336	JUIN
+15°C	0,039	0,6109	JANVIER

TS= Température Seuil
R= Coefficient de corrélation.

P=Niveau de probabilité

A partir de ces tableaux, on peut classifier les différents paramètres mensuellement par ordre d'importance en fonction du coefficient de corrélation et ce, de la façon suivante:

JANVIER

1) Degrés-froids: TS = -30°C et r = +0,59

2) Degrés-froids des maximums: $TS = -15^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,72$

FEVRIER

1) Degrés-froids des minimums: $TS = +15^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,63$

2) Degrés-jours: $TS = -5^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,77$

MARS

1) Degré-froids: $TS = -5^{\circ}\text{C}$ et $r = -0,50$

2) Degrés-froids des minimums: $TS = -15^{\circ}\text{C}$ et $r = -0,51$

MAI

1) Degrés-froids: $TS = +10^{\circ}\text{C}$ et $r = -0,49$

2) Degrés-froids des minimums: $TS = +5^{\circ}\text{C}$ et $r = -0,60$

JUIN

1) Degrés-froids: $TS = +10^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,70$

2) Degrés-froids des maximums: $TS = +10^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,69$

3) Degrés-froids des minimums: $TS = +10^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,53$

JUILLET

1) Degrés-froids: $TS = +5^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,78$

SEPTEMBRE

- 1) Degrés-froids: $TS = +5^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,55$
- 2) Degrés-froids des minimums: $TS = 0^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,78$

OCTOBRE

- 1) Degrés-froids: $TS = 0^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,85$
- 2) Degrés-froids des maximums: $TS = 0^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,92$

DECEMBRE

- 1) Degrés-froids: $TS = -30^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,78$
- 2) Degrés-froids des maximums: $TS = -15^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,78$
- 3) Degrés-froids des minimums: $TS = -25^{\circ}\text{C}$ et $r = +0,57$

Cette classification fait ressortir les caractéristiques suivantes de la corrélation entre la production de sirop d'érable et les paramètres climatiques:

- 1) Les mois les plus importants sont les mois de décembre, janvier et février.
- 2) Les mois de moindre importance sont les mois de mars, juin et octobre tandis que les autres mois de l'année ne sont pas classifiés.

3) Les facteurs les mieux corrélés sont les degrés-froids. Ils ressortent à chacun des trois mois d'hiver (décembre, janvier et février) avec des seuils très bas qui maximisent la corrélation.

4) Des résultats (Tableau 22) nettement supérieurs sont obtenus avec les degrés-froids des maximums ($r = +0,78$; $+0,72$ et $+0,53$) comparativement aux résultats des degrés-froids des minimums ($r = +0,57$; $+0,53$ et $0,48$). Ceci peut s'expliquer sans doute par le fait que ce sont les froids extrêmes qui persistent même durant la période diurne qui sont les plus significatifs et non pas les basses températures nocturnes qui sont souvent de courte durée.

5) Des seuils de degrés-froids constants pour décembre et janvier:

$(-25^{\circ}\text{C}, -25^{\circ}\text{C})$ pour les maximums

$(-20^{\circ}\text{C}, -25^{\circ}\text{C})$ pour les minimums

$(-25^{\circ}\text{C}, -25^{\circ}\text{C})$ pour les températures moyennes.

Ainsi c'est l'intensité du froid qui semble le plus important.

6) Les pluies et la chaleur de février ($r = +0,77$). Ceci reflète principalement le mois de février 1981.

7) Bonne corrélation négative des degrés-froids au seuil -5°C en mars ($r = -0,50$) et en mai au seuil $+10^{\circ}\text{C}$ ($r = -0,49$).

CHAPITRE IV

DISCUSSION

4.A. LE CLIMAT

4.A.1. Les types de temps

4.A.1.1. La région

Les deux types principaux de temps les plus caractéristiques de notre région sont le type hivernal assez humide et le type modéré assez humide; ils représentent plus de 70% des jours (tableau 8). On les retrouve tout au long de l'année (tableau 9).

Les types les plus représentatifs de l'hiver sont le type polaire et le type hivernal. L'hiver est assez rigoureux, 51% des jours ont le type polaire et 29% ont le type hivernal froid. Les précipitations qui accompagnent ces types sont sous forme de neige. Les types de temps les plus représentatifs de l'été sont le type estival et le type modéré. L'été est chaud et assez humide, 31% des jours ont le type estival dont 30% des jours de ce type sont chaud et beaux (pas de précipitation).

La continentalité du climat est soulignée par le fait qu'il n'y a pas de types communs pour l'hiver et l'été. En effet, l'effet modérateur océanique n'est pas senti sur la région à l'étude (Proulx et al., 1987).

Le printemps et l'automne sont deux saisons relativement courtes, ils sont essentiellement composés d'occurrences de types hivernaux et de types modérés (tableau 9).

En somme, le climat de notre région occupe la partie centrale de la classification (figure 6): les types les plus fréquents sont le type hivernal et le type modéré; avec le type polaire en hiver et le type estival en été. Ceci dénote **le caractère tempéré du climat**.

Dans les classes de précipitations, la classe "0" (pas de précipitation) et la classe "2" (précipitations significatives) sont sensiblement départagées, avec un léger avantage pour la classe "0" (tableau 8). Ce qui souligne **le caractère humide du climat** (absence de saison sèche).

En résumé, le climat de notre région est continental tempéré humide (Litynski, 1986; Hufty, 1974; Wilson, 1971).

4.A.1.2. Distribution spatiale

La distribution spatiale des types de temps à travers la région est assez homogène. Cependant, des différences existent dans le nombre de jours où les types sont observés. Ainsi donc, on remarque que le type polaire est plus fréquent à Sainte-Germaine (20% des jours: la fréquence la plus élevée de la région) qu'à Lennoxville (14,4% des jours: la fréquence la plus basse de la région). A West-Ditton, Disraeli et Saint-Ludger le type polaire a sensiblement la même fréquence (18% des jours); même si West-Ditton est géographiquement beaucoup plus proche de Lennoxville que de Sainte-Germaine. Ceci s'explique en partie par le fait que la station de Lennoxville se trouve dans une vallée relativement encaissée et enfin, West-Ditton se trouve sur le plateau mais à une altitude de 508 m. A l'inverse Vallée-Jonction connaît des types de temps relativement semblables à ceux de Lennoxville, elle aussi bénéficie de l'effet de vallée (tableau 10).

Ainsi donc, de cette classification, on peut regrouper les stations en deux secteurs: le secteur nord, représenté par Sainte-Germaine par opposition au secteur sud, représenté par Lennoxville. De plus Vallée-Jonction, à faible altitude et se trouvant dans une vallée encaissée bénéficie de temps semblables à ceux du secteur sud; alors que c'est l'inverse pour West-Ditton. Les stations que l'on pourrait regrouper autour de Sainte-Germaine sont Saint-Ludger, Disraeli, Armagh-Station et West-Ditton alors que Vallée-Jonction, Saint-

Isidore-D'Auckland, Maple-Leaf-East et Sawyerville-Nord se regroupent avec Lennoxville.

Cependant Lennoxville et Vallée-Jonction de par leur différence latitudinale ne connaissent pas les mêmes précipitations: les types associées à la classe "0" sont plus fréquents à Vallée-Jonction (53% des jours) qu'à Lennoxville (47% des jours). De même pour Sainte-Germaine (49%) et West-Ditton (42%), cette dernière étant latitudinalement plus basse et en altitude plus élevée reçoit plus de précipitations que Sainte-Germaine (tableau 10).

4.A.1.3. Variation temporelle

La variation des types de temps connaît un décalage entre les stations de la partie sud et la partie nord du territoire. Les stations les plus nordiques demeurent plus froides plus longtemps comparativement à celles du sud. Par exemple à Sainte-Germaine, le type polaire (20,6%) persiste plus longtemps au printemps qu'à Lennoxville (14,5%). À l'inverse, en été le type estival est plus fréquemment rencontré à Lennoxville (15,4%) qu'à Sainte-Germaine (8,5%).

4.A.2. Variations locales

4.A.2.1. Les températures

4.A.2.1.1. Les températures moyennes

L'examen du tableau 11 nous montre que Lennoxville a la moyenne de température la plus élevée de la région et Sainte-Germaine la plus basse. Dans l'ensemble, encore une fois, les stations du sud sont plus chaudes que les stations du nord de notre territoire exception faite de Vallée-Jonction et West-Ditton.

Dans la partie sud, la zone occidentale (Lennoxville) est plus chaude que la zone orientale (Saint-Isidore-D'Auckland, Sawyerville-Nord...). Ceci s'explique par le fait que la station de Lennoxville soit dans une vallée relativement encaissée et ouverte sur le sud-ouest, elle bénéficie de températures plus élevées.

On peut faire la même constatation que pour les températures de juillet: dans la partie sud, la zone occidentale est plus chaude que la partie orientale. Ainsi Lennoxville a une moyenne de janvier de -11°C tandis que West-Ditton a une moyenne de janvier de -12°C , mettant en valeur une zone plus froide. Cette zone se compare à la partie nord du territoire

(Sainte-Germaine).

Ici encore, l'avantage est à la partie sud avec des moyennes de l'ordre de 5°C tandis que la partie nord on ressent la dureté du climat avec des moyennes de l'ordre de 3°C.

4.A.2.1.2. Amplitude thermique annuelle

En général l'amplitude thermique annuelle est beaucoup plus forte dans notre région que dans la plaine du Saint-Laurent.

A l'intérieur de la région, l'amplitude thermique annuelle est généralement plus faible au sud qu'au nord, à l'exception de Lennoxville.

4.A.2.1.3. Minima moyens mensuels et annuels

En juillet, les températures sont plus basses au nord à Sainte-Germaine (17°C) tandis que la partie sud a des moyennes plus élevées. De même le sud-ouest présente des températures minimales plus élevées qu'au sud-est.

D'autre part, dans la partie nord, les températures moyennes minimales de janvier se tiennent aux alentours de -18°C, alors que dans la partie sud, elles sont légèrement plus

élevées (-16°C) particulièrement au sud-ouest (tableau 10).

Quant aux températures minimales annuelles, c'est encore le même patron de distribution nord/sud et sud-ouest/sud-est qui s'impose. Notons qu'il existe deux particularités: une zone à caractère montagneux (West-Ditton) où il y a une diminution sensible des températures minimales en juillet et une zone de vallée (Vallée-Jonction) où les températures minimales sont plus élevées (par rapport à Sainte-Germaine).

L'analyse de variance n'indique aucune différence significative entre les stations durant la période hivernale. Ce n'est qu'au mois de mai que des différences significatives apparaissent entre les stations et c'est en juillet qu'un maximum de stations est impliqué. Ces différences s'atténuent graduellement à partir du mois d'août pour disparaître complètement en novembre.

4.A.2.1.4. Maxima moyens mensuels et annuels

Les températures moyennes maximales, mettent en valeur une fois de plus l'importance de la zone sud-ouest par rapport à la zone sud-est et la partie sud par rapport à la partie nord: aussi une différence de 2 à 3°C en moyenne joue en faveur de la partie sud. A Lennoxville le maximum dépasse souvent les 25°C , alors qu'il n'est que de 22°C à West-Ditton et de 23°C à Sainte-Germaine.

Contrairement aux températures minimales, le résultat de l'analyse de variance des températures maximales indique des différences significatives entre les stations à tous les mois de l'année à l'exception de février. Ces différences sont faibles en mars puisqu'elles n'impliquent que deux stations (Lennoxville et Sainte-Germaine). Ces deux stations sont diamétralement opposées et connaissent des conditions climatiques très distinctes l'une de l'autre. Des différences significatives apparaissent au fur et à mesure qu'on avance vers l'été pour connaître, encore une fois un maximum de stations impliquées en juillet.

Quant aux températures maximales annuelles, la même opposition apparaît entre les parties sud et nord et entre la partie sud-ouest et sud-est.

4.A.2.2. Les précipitations

La distribution annuelle des précipitations est relativement uniforme. Ce fait peut être rattaché à la migration saisonnière vers le nord des trajectoires des dépressions en été et vers le sud en hiver. La variation régionale des précipitations totales annuelles passe d'un maximum de 1200 mm pour la station la plus arrosée (West-Ditton # 08) à un minimum de 800 mm pour la station la moins arrosée (Saint-Ludger # 05).

Le fait fondamental de la répartition annuelle des précipitations est la croissance

du nord vers le sud d'une part et du sud-ouest vers le sud-est d'autre part. Ainsi, on trouve moins de précipitations à Lennoxville qu'à Sawyerville-Nord, West-Ditton et Maple-Leaf-East (tableau 14). De plus, les précipitations dans les zones à caractère montagneux sont beaucoup plus élevées comme West-Ditton par exemple où on observe le maximum régional (1232 mm). Au vu de ces précipitations, on peut conclure qu'elles sont suffisantes sur la région pour la croissance des plantes, d'autant plus qu'elles sont également réparties assez uniformément sur toute l'année.

4.A.2.2.1. Variation temporelle

La capacité hygrométrique des masses d'air est fonction de leur température. Ainsi, à mesure que l'hiver avance les masses d'air sont plus froides et voient leur humidité diminuer. C'est pourquoi les précipitations diminuent de décembre (95 mm) à février (55 mm).

Généralement, en hiver, décembre est le mois le plus pourvu en précipitations alors que février est le plus sec. Les précipitations de décembre s'expliquent par le fait que l'on retrouve en ce mois le plus grand nombre de situations synoptiques favorisant la pénétration d'air polaire maritime atlantique jusqu'à nos régions.

Avec l'avancement de la saison, l'humidité relative moyenne des masses d'air

augmente. Ainsi, on observe une augmentation des précipitations à partir du mois de mai (90 mm).

En été, les fortes précipitations sont liées à l'influence des masses d'air chaud qui ont un fort pouvoir hygrométrique notamment le type tropical maritime, qui a sa plus importante fréquence mensuelle durant le mois de juillet (PAUL 1973; in. Proulx et al., 1987). Cependant, le mois d'août est le mois le plus arrosé de l'année (114 mm), suivi de juillet et juin.

En automne, cette influence des masses d'air chaud se fait moins sentir. Dès le mois de septembre, on observe une diminution des précipitations (108 mm). Cette diminution est encore plus nette en octobre (90 mm).(tableau 16) et, selon PAUL (1973), elle est attribuable à la moindre importance des intrusions d'air tropical maritime, puis à la baisse de la capacité hygrométrique des masses d'air en raison du déclin des températures.

4.A.2.2.2. Variation spatiale

La répartition mensuelle des précipitations est caractérisée par une croissance allant du nord vers le sud et du sud-ouest vers le sud-est. Ainsi, dans la partie nord de notre région, les précipitations annuelles atteignent des hauteurs de 1100 mm à Armagh-Station et

Sainte-Germaine, comparativement à la partie sud où elles dépassent les 1200 mm à Sawyerville et West-Ditton. La station la moins arrosée est Saint-Ludger.

4.A.2.2.3. Variation spatio-temporelle

Le résultat du coefficient de corrélation de Pearson nous montre que les fluctuations des précipitations mensuelles s'effectuent de la même façon dans la plupart des stations; quoique ces fluctuations soient moins nettes que pour les températures.

Cependant d'après le résultat de l'analyse de variance il n'existe que deux mois où des différences significatives apparaissent entre les stations. Cela n'est pas étonnant outre mesure si l'on considère le déplacement des masses d'air tel que décrit plus haut.

Les stations présentant des différences significatives sont:

a) en mars:

1) Saint-Luger (# 05) est différente de Sainte-Germaine (# 10), de Sawyerville-Nord (# 06) et de Disraeli (# 01).

2) West-Ditton (# 08) est différente de Saint-Ludger (# 05), de Saint-Isidore-

D'Auckland (# 04), de Lennoxville (# 02) et de Vallé-Jonction (# 07).

b) en décembre

1) Saint-Ludger (# 05) est à la fois différente de Sainte-Germaine (# 10), de West-Ditton (# 08) et de Disraeli (# 01).

Presque toutes les stations reçoivent environ 1000 mm d'eau durant l'année, ce qui est en général satisfaisant pour les besoins en eau des plantes. D'une façon générale, les précipitations sont toujours supérieures à l'évapotranspiration à l'exception de juillet et août ou lorsque se produit une période sans précipitation trop prolongée. A ce sujet le tableau de l'annexe B, nous montre que les périodes de jours successifs sans précipitation sont très variables d'une station à l'autre (annexe B, figure 9).

Spatialement, les précipitations augmentent du nord vers le sud dues à un effet latitudinal et du sud-ouest vers le sud-est dues à un effet topographique.

4.B. RELATION: PARAMETRES CLIMATIQUES ET LE DEPERISSEMENT

4.B.1. Dépérissement

La corrélation entre les paramètres climatiques gel-dégel quotidiens (GDQ), neige au sol (NSOL) et nombre de jours consécutifs sans précipitation (NJCSP) ne semblent pas affecter le dépérissement significativement. Quoique la sévérité est corrélée (assez faiblement) avec la couverture de neige au sol et le nombre de jours sans précipitation, et l'incidence qui l'est aussi avec le nombre de jours sans précipitation. La faible couverture de neige au sol favoriserait une pénétration plus en profondeur du gel dans le sol, et le nombre important de jours sans précipitation, une sécheresse.

La faible relation entre les éléments du temps et le dépérissement est due à la nature même des données sur le dépérissement. Celles-ci n'existaient pas durant la période critique, c'est à dire la période durant laquelle les "accidents climatiques" (ou anomalies) se sont produits (1979-1983). C'est ce qui nous a amené à utiliser une méthode indirecte, afin de pouvoir évaluer l'impact des éléments du temps sur le dépérissement, en les corrélant à la production de sirop d'érable qui, elle, a chuté dramatiquement depuis l'avènement du dépérissement, et ce, même si plusieurs acériculteurs ont du entailler d'autres arbres afin d'augmenter leur production. Il faut cependant préciser que la corrélation entre les paramètres

climatiques et la production de sirop d'érable n'est utilisée que comme simple estimateur de la relation dépérissement-climat.

4. B. 2 Fluctuation annuelle des moyennes mensuelles.

En considérant les valeurs du tableau 20 obtenues à chacun des mois, il en ressort que 1979, 1980 et 1981 sont trois années particulièrement "anormales"; et dans une certaine mesure les années 1982 et 1983.

En 1979, le mois de mars s'est signalé par des pluies fortement au-dessus de la normale et de la neige fortement sous la normale et une température fortement au-dessus de la normale. Avril a connu une pluie modérément sous la normale et une neige au-dessus de la normale. Un mois de juillet spécialement chaud et sec où la pluie a été sous la normale. En octobre la neige a été fortement au-dessus de la normale et la pluie modérément sous la normale.

En 1980, en janvier la neige a été fortement sous la normale. Mai a été relativement sec avec une pluie et une neige modérément sous la normale. En octobre la neige a été modérément au-dessus de la normale et la pluie modérément sous la normale.

En 1981, janvier a connu une pluie et une neige modérément sous la normale et une température moyenne également sous la normale (anormalement froid et sec). En février la pluie a été fortement au-dessus de la normale (anormalement chaud et pluvieux). En avril la pluie a été fortement au-dessus de la normale. En septembre la neige a été fortement au-dessus de la normale et en octobre la pluie a été fortement au-dessus de la normale et une température moyenne modérément sous la normale (anormalement frais et pluvieux).

Un premier patron est celui d'un hiver continuellement froid pour les années 1978-1979 et 1979-1980. Le second patron est celui de l'année 1980-1981 avec des mois froids en décembre et janvier suivis d'un mois anormalement chaud et pluvieux en février.

Toutes ces anomalies constituent des stress plus ou moins importants pour la végétation et peuvent dans certains cas causer des dégâts irrémediables lorsque les conditions climatiques reviennent à la normale hivernale.

4.B.3. La production de sirop d'érable

La corrélation entre les paramètres 1 à 9 du tableau 6 et la production de sirop d'érable nous amène à la conclusion que les grands froids d'hiver (décembre et janvier), le réchauffement de février (1981 surtout), un refroidissement au printemps (mars et avril) et enfin une sécheresse en mai et juillet ont été des facteurs très importants dans la perturbation

du cycle normal des érables. L'analyse détaillée de ces paramètres nous a permis de déceler les anomalies (ou "accidents climatiques") durant la décennie 1977-1986.

Ainsi donc, les froids extrêmes de l'hiver et le réchauffement hivernal de février constituent deux facteurs importants qui expliquent la faible production de sirop d'érable. Ceci nous amène à croire que ce sont ces mêmes facteurs qui auraient contribué au dépérissement ou créer un "climat" favorable au déclenchement de celui-ci. D'après Pomerleau (1954) et Lachance (1986), les froids intenses de l'hiver ainsi qu'un réchauffement important durant le mois de février semblent être la cause du déclenchement du dépérissement de 1935.

Dans l'ensemble trois périodes de dégel suivies d'un gel important ont été constatées durant les hivers 1976-1977, 1978-1979 et 1980-1981; ce dernier étant le plus important depuis le début du siècle tant en intensité qu'en durée (du 15 au 28 février: 14 jours de dégel et gel de -14 et de -12 le 16 février et le 03 mars). Ces gel-dégel auraient pu dégeler les troncs d'arbres, et comme le sol est encore gelé en cette période de l'année, il aurait pu y avoir sécheresse (Pomerleau, 1954).

Le froid intense des hivers et une faible couverture de neige au sol auraient permis au gel de pénétrer plus profondément dans le sol et ainsi endommager le système

racinaire (Pomerleau, 1954; Roy et al.; 1985; Lachance, 1986).

La figure 10 nous montre que le dépérissement est plus important à certains endroits qu'à d'autres. Dans la région de Thetford-Mines par exemple, région montrant des concentrations relativement fortes de polluants atmosphériques, le dépérissement est présent presque partout et s'est surtout déclenché à une période déterminée. Cette période correspond à des "accidents climatiques" bien définis alors que les autres facteurs (pollution, drainage, exploitation...) étaient toujours présents. De plus, lors des quatre dépérissements qu'a connu le Québec depuis le début du siècle, les conditions climatiques étaient fort semblables à celles connues lors du dépérissement de 1979.

Ainsi donc, la présence du dépérissement à le territoire nous semble davantage liée à un facteur climatique que nous considérons comme le facteur responsable du déclenchement du dépérissement. Alors que l'intensité variable du dépérissement nous semble plus liée à d'autres facteurs.

En effet depuis le début du siècle, il y eu quatre cycles naturels de dépérissement et, à chaque cycle, on a observé les mêmes "accidents climatiques". Cependant les conditions climatiques de février 1981 furent uniques (Lachance, 1985) par leur sévérité. Les érablières alors affectées sont aujourd'hui en voie de guérison, ce qui porte à croire qu'une fois le stress

climatique passé, les arbres qui n'étaient pas gravement atteints ont tendance à reprendre de la vigueur (Lachance, 1988).

CONCLUSION

Ce travail, climatologique, nous a permis avant tout de décrire le climat du sud du Québec et de distinguer l'existence de particularités à l'intérieur d'une région "homogène". Le dépérissement nous a permis aussi de définir la signification réelle des conséquences des écarts climatiques sur le dépérissement des érablières par le biais de la production de sirop d'érable. Même si la production ne nous permet pas d'évaluer le dépérissement comme tel; elle nous donne une indication, indirecte, sur la santé des érablières au Québec.

A - CLIMAT

Nous avons d'une part, classé les types de temps journaliers d'après leur distribution spatio-temporelle de 1977 à 1986. Ce qui nous a permis de distinguer 43 types de temps communs à toutes les stations (Tableau 8), les classes de précipitation "0" (pas de précipitation) et "2" (précipitations significatives) sont presque également départagées sans toutefois créer deux saisons distinctes de ce fait même les précipitations sont assez bien réparties tout au long de l'année à l'exception de février et mars, les deux mois les moins arrosés et juillet et août les deux mois les plus arrosés de l'année.

Et d'autre part, nous avons étudié séparément la température et les précipitations de chaque station ce qui nous a permis de déceler des particularités locales. Particularités qui au regard de ces deux seuls éléments (températures et précipitations) ne permettent pas de distinguer des sous-zones climatiques. Ces particularités se résument telles que suit:

- les stations nordiques sont plus froides et sont moins arrosées que celles situées au sud.

- les stations nordiques demeurent plus froides plus longtemps, ce n'est qu'à la fin du printemps que toute la région s'uniformise au point de vue thermique. - la différence thermique entre West-Ditton et des stations voisines est principalement due à l'altitude élevée de celle-ci.

- Le sud-est est plus frais et plus pluvieux que le sud-ouest.

Cette étude est loin d'être complète. Pour pouvoir distinguer des sous-zones climatiques il faudrait rajouter d'autres éléments climatiques et géographiques (Insolation, vents, continentalité...). Et ce, afin de mieux faire ressortir les différences locales, telles qu'observées à la figure 2.

Cependant ces différences locales ne sont pas de nature à intervenir dans le processus du dépérissement en aucune façon.

B - DEPERISSEMENT

La variabilité observée dans la distribution spatiale du dépérissement (figure 10) est influencée par des facteurs "secondaires" (autres que les "accidents climatiques") tels que la pollution. Alors que les accidents climatiques n'ont fait que déclencher le processus.

Devant "l'impossibilité" pratique de connaître à posteriori l'évolution du dépérissement; nous avons essayé d'obvier à ces difficultés en utilisant la production de sirop d'érable pour étudier quelques paramètres climatiques en relation avec cette dernière celle-ci n'a d'ailleurs pas cessé de décliner depuis 1981, même si les acériculteurs ont dû entailler plus arbres afin de palier au manque dû à la mortalité.

Cette étude démontre que le froid intense de l'hiver est un facteur significatif, peu importe qu'il arrive en décembre, en janvier ou même en février, pourvu qu'il ait une période assez longue pour persister durant la période diurne. On a pu déterminer le seuil critique du froid comme étant -20°C pour le maximum quotidien et -25°C pour le minimum. La pluie et le réchauffement de février semblent être un autre facteur important.

L'hiver 1981 est un cas particulier dû au fait que le réchauffement marqué de

février 1981 n'a pas d'égal sur toute la période étudiée (Peut-être même unique depuis le début du siècle; in. Côté J, 1986). Il est donc difficile de se prononcer quant à la contribution de ce facteur comme facteur de dépérissement.

Enfin, il nous apparaît que ces résultats devraient être vérifiés par des recherches sur la réaction des érables à des stress de froids, de réchauffement marqués et de pluies au cours de l'hiver. De plus, une étude sur une plus longue période (75 à 80 ans) pourrait mieux indiquer la contribution de ces facteurs en autant que l'on puisse comparer plusieurs périodes de dépérissement. Ainsi la corrélation serait plus objective.

Sans oublier que le dépérissement est complexe et ne dépend pas uniquement des seuls paramètres climatiques.

Tout en sachant que l'action du climat est loin d'être négligeable, il n'en demeure pas moins difficile d'évaluer son rôle réel face au dépérissement. Il est d'autant plus difficile d'évaluer ce rôle que la production de sirop d'érable est, avant tout, influencée par les conditions printanières. Les autres conditions climatiques (sécheresse, froid intense, gel-dégel...) agissent à plus ou moins long terme, et dans bien des cas, l'arbre arrive à surmonter ces stress.

Au bout de ce questionnement, sur l'influence du climat sur le dépérissement, plusieurs interrogations restent sans réponse. Par exemple, toute appréciation de l'importance des écarts climatiques demeure fragmentaire. Cette étude ne permet pas de vérifier l'exactitude de la relation climat-dépérissement puisque la corrélation a été faite entre les éléments du temps et la production de sirop d'érable qui elle, est directement influencée par les conditions printanières et de même que par les conditions climatiques ayant prévalu durant toute la période de croissance (sécheresse...) et même durant la période non végétative (froid intense, gel-dégel...). Ces conditions climatiques et les autres causes de stress (pollution, drainage...) agissent à long terme.

BIBLIOGRAPHIE

AUSSENAC, G. 1968. "Interception des précipitations par le convert forestier". Analyse scientifique forestière, 25 (3) pp.135-136.

BECKER, M. et LEVY, G. 1982. "Le dépérissement du chêne en forêt de Tronçais. Les causes écologiques". Ann. Sci. For. 39 (4), pp. 439-344.

BONNEAU, M. 1985. "Le dépérissement des forêts dans les Vosges: étendue et hypothèse à retenir". Pollution atmosphérique, No 105, pp. 9-15 Janvier-Mars 1985

BOUVAREL, M.P. 1984. "Le dépérissement des forêts françaises attribué aux dépôts acides". Pollution atmosphérique, No.103, pp. 156-158, Juillet- septembre, 1984.

BRÛLOTTE, R. 1984 "Source et émission d'anhydride sulfureux au Québec: situation présente et projection". Compte rendu du colloque tenu en septembre 1984, MENVIQ, 14p. graphique et tableau

CHARRE, J. et DUMOLARD, P. 1973 "Essai de classification synthétique des climats de la Turquie". Géographie alpine, Vol. 22 No 13, 15 p.

CANADA. 1970. Ministère des transports, direction de la météorologie. Atlas des cartes climatiques, Toronto, 1967-1970

DANSEREAU, P. 1944. "Les érablières de la Gaspésie et les fluctuations du climat". Contr. Inst. Bot. Université de Montréal, 1944, No. 60.

DESSUREAULT, M. 1985. "Le dépérèssiment des arbres: nature, causes et mécanismes". Département des sciences forestières, faculté de foresterie et de géodésie, Phytoprotection, No. 66, pp. 71-81.

DORAN, M.-A. 1986. "La pollution atmosphérique, élément catalyseur du dépérissement des érablières". Ecologie forestière et pédologie, pp. 6-9.

ESCOUROU, G., 1981 "Les facteurs locaux du climat". Ed. Masson, Paris. Coll. Géographie, 172p, figures et tableaux.

- FERLAND, M.-G. 1967. "Le climat du Québec Méridional". Ministère des Richesses
énaturelles du Québec, MP 13, 1967.
- FLAMENT, P. et al. 1984. "Les retombées atmosphériques sur le littoral Nord Pas-de-
Calais". Pollution atmosphérique, No. 104, pp. 262-271, oct.-dec.
- FRITTS, H.C., 1966. "Growth rings of trees: their correlation with climate". Sciences, 154,
p. 973.
- GAGNON, G., ROY, G., 1985. "Le dépérissement des érablières au Québec: ampleur du
problème et état des recherches". S.R.A., M.E.R.Q., 14p., novembre.
- GAGNON, G.; ROY, G.; GRAVEL C.; GAGNE J. 1986. "Etat des recherches sur le
dépérissement au ministre de l'Energie et des ressources ". Service de la
recherche appliquée, conférence le 18 mai 38p.
- GARREC, J.-P. 1986. "De la forêt polluée à la forêt dépérissante". Pollution
atmosphérique, No.110, pp.142-143, Avril-Juin.
- GRANDNER, M. 1986. "La végétation forestière du Québec méridional". Thèse de
maîtrise, P.U.L.

- GRISOLET, H; Guilmet, B. et Arlery, R. 1962. Climatologie, méthodes et pratiques, Paris. Edition Gauthier, 401p.
- HEPTING, G.H. 1963. "Climate and forest diseases". Annu. Rev. Phytopathol. 1: 31-50.
- HEPTING, G.H., J.H. MILLER et W.A. CAMPBELL. 1951. "Winter of 1950 damaging to southeastern woody vegetation". Plant. Dis. Rep. 35: 502-503.
- HOUDE, A. 1978. "Atlas climatologique du Québec. Température et précipitation". Min. des Rich. Nat., Gouv. du Québec.
- HUFTY, A. 1987. "Circulation atmosphérique journalière au Québec (Juin 1969- Mai 1970)". Géographie physique et Quaternaire, Vol. XLI, No .3, pp. 387-396, 1 fig., 6 tab.
- HUFTY, A. 1980. "Les climats thermiques du Québec méridional". Annuaire du Québec, Vol. 23, No. 13, pp. 26-46.
- HUFTY, A . 1976. "Situation synoptique et analyse multivariée des temps à Québec". Cahiers de géographie de Québec, Vol. 20, No 49, Avril 1976, pp. 69-92.

HUFTY, A. 1970. "Les types de temps dans le Québec méridional". Cahiers de géographie du Québec, Vol.14, No 2, pp. 30-52.

HUFTY, A. 1969. "Comparaison entre les climats de Québec et Moscou selon la méthode de Fédérov". Cahiers de géographie du Québec, pp. 133-115

JOHSON, A.H. et T.G. SICCAMA. 1983. "Acid deposition and forest decline." Environ. Sci. Technol. 17: 294A-305A.

LACHANCE, D. 1985. "Répartition géographique et intensité du dépérissement de l'érable à sucre dans les érablières au Québec". Phytoprotection, centre de recherche forestières des laurentides, No 66, pp. 83-90.

LAGAREC, D. 1984. "La dépendance latitudinale et altitudinale des températures dans le sud du Yukon". Le géographe canadien, vol, 32. No 1 pp. 51-56.

LELIEVRE, C . 1984. "Modélisation du transport à grandes distances des polluants atmosphériques". MENVIQ.

- LEONARD, R. 1984. "Conditions climatiques hivernales et mortalité des arbres frutaliers au Québec". Environnement canada, Mai.
- LEPLAY, A 1983. "Analyse en composantes principales des données journalières de pollution atmosphérique et de météorologie enregistrées dans la région grenobloise d'octobre 1980 à mars 1981". Pollution atmosphérique, pp. 277-285, octobre-décembre.
- LEVY, G et M. BECKER. 1987. "Le dépérissement du sapin dans les vosges: rôle primordial du déficit d'alimentation en eau". Ann. Sci. For. 44: 403-416.
- LITYNSKI, J. 1984. "Classification numérique des climats mondiaux". Ed. de L'organisation météorologique mondiale, PCM/WPC-63.
- LITYNSKI, J. et CLOUTIER, G. 1973. "Comparaison entre les types de temps relatifs à Québec et à Montréal en hiver". Cahiers de géographie du Québec, vol. 17 No 42., pp. 493-503.
- LITYNSKI, J. 1970. "Classification numérique des types circulation et des types de temps en Pologne". Cahier de géographie de Québec, No. 33, pp. 22-27.

MAHERAS, P. 1984. "Situation synoptique et types de temps journaliers à Thessalonique". Annales de géographie, Novembre-décembre 1984, No. 520, pp. 649-665.

MOISSAN, F. 1985. "Repenser l'aménagement des érablières face au dépérissement ". Thèse de maîtrise, U.L. 145 p.

MULLER, M., WUNENBURGER, R. 1986. "Bilan et perspective du programme de recherche français sur le dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique (DEFORA)". Service de la recherche des études et du traitement de l'information sur l'environnement.

PAGNEY, J. 1976. Les climats de la terre. Ed Masson, Paris. 230 p.

PALLIERNE, J-M. 1986. "La forêt au péril des idées reçues". NOROIS, Poitier, t. 33, No. 129 pp.55-66.

PARADIS, C. 1985. "Rapport sur l'évaluation aérienne des dommages causés par le dépérissement dans les érablières du Québec réalisé en 1983 et 1984". M.E.R.

PEDELABRODE, P. 1983. Introduction à l'étude scientifique du climat. Paris, Sedes.

353 p.

POMERLEAU, R. 1954. "Observation sur quelques maladies non parasitaires des arbres dans le Québec". Canadian Journal of research, vol.22 sec. pp. 171-189.

POMERLEAU, R. 1954. "Le dépérissement des essences feuillues dans l'est de Canada".

Rap. 34e Ass. Gén. Assoc. Ing. For. Prov. Qué. pp. 53-64

QUEBEC, 1985. "Les parcs québécois: les régions naturelles". Gouv. du Québec,

M.L.C.P. Direction du plein air et des parcs, 257 p., photos, cartes.

ROY, G. 1986. "Influence de quelques variables écologiques, pédologiques, météorologiques

et d'aménagement acéricole sur le taux de dépérissement". Feuille
météorologique, M.E.R. volxxv, No 4, Décembre, 90p.

PROULX H, JACQUES, G., LAMOTHE, A-M, et LITYNSKI, J. 1987. "Climatologie du

Québec Méridional". Ministère de l'Environnement, Direction de la
Météorologie; M.P. 65. 198 p.

- ROBITAILLE L. 1985. "Le dépérissement des érablières au Québec: problématique et état des recherches". S.R.A. 1985, pp.43-46, Janvier-Mars.
- ROY, G. GILLES, G., GRAVEL, C. et GAGNEY, J. al . 1985. "Etude des principaux facteurs du dépérissement des érablières au Québec". Service de la recherche, M.E.R. du Québec, Phytoprotection, No. 66, pp. 91-99.
- SICCAMA, T.G., M. BLISS et H.W. VOGELMANN. 1982. "Declin of red spruce in the Mountains of Vermont". Bull. Torrey. Club. 10: 162-168.
- SNEYERS, R. 1975. "Les méthodes statistiques en climatologie". Bruxelles, Institut Royal météorologique de Belgique, 34 p.
- TAINTER, F.H. et J.D. BENSON. 1983. "Effect of climate on growth, decline and death of red in western North Carolina". Phytopathology. 73: 838 (Résumé).
- TAINTER, F.H., T.M. WILLIAMS et J.B. CODY. 1983. "Drought as a cause of oak decline and death on the South Carolina coast". Plant dis. 67: 195-197.

VILLENEUVE, G.-O 1971. Glossaire de météorologie et de climatologie. P.U.L., 645 p.

VILLENEUVE, G -O, 1959. "Bref aperçu climatique du Québec méridional". Cahiers de géographie du Québec. No.6, pp. 153-162.

VILLENEUVE, G-O 1946. "Climatic condition of the province of Quebec and their relationship to the forest". Quebec, Bureau de météorologie, Min. des Terres et forêts, 123 p.

WEAVER, L.O. 1965. "Dieback and decline of hardwood attributed to climatic changes- a review". Arborit's News 30: 33-36.

WILSON, C. V. 1971. Le climat du Québec. Ed. environnement atmosphérique, Ottawa, vol. 2.

ZAHNER, R. et J.R., DONNELLY, 1967. "Refining correlation of rainfall and radial growth in young red pine". Ecology. 48, p. 525.

ANNEXE A.

Types de temps par station et par saison.

DISRAELI

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	Tot	%
'0'	130	177	96	70	10	5	0	488	41,2
'1'	50	120	90	44	6	0	1	311	26,3
'2'	26	133	141	67	17	0	1	385	32,5
TOTAL	206	430	327	181	33	5	2	1184	
%	17,4	36,3	27,6	15,3	2,8	0,4	0,2		100

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	Tot	%
'0'	1	23	65	81	60	36	19	7	3	1	296	49,2
'1'	1	4	25	24	26	16	8	4	0	0	108	17,9
'2'	2	13	49	39	43	33	12	5	2	0	198	32,9
TOTAL	4	40	139	144	129	85	39	16	5	1	602	
%	0,7	6,6	23,1	23,9	21,4	14,1	6,5	2,7	0,8	0,2		100

ETE

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	Tot	%
'0'	4	20	64	102	107	82	36	4	419	37,2
'1'	0	25	52	94	76	55	16	1	319	28,3
'2'	0	12	62	101	86	90	34	3	388	34,5
TOTAL	4	57	178	297	269	227	86	8	1126	
%	0,4	5,1	15,8	26,4	23,9	20,2	7,6	0,7	100	

AUTOMNE

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	Tot	%
'0'	0	15	50	89	42	24	3	1	1	225	36,3
'1'	0	4	35	51	45	21	4	3	2	165	26,6
'2'	1	2	50	66	64	37	6	4	0	230	37,1
TOTAL	1	21	135	206	151	82	13	8	3	620	
%	0,2	3,4	21,8	33,2	24,4	13,2	2,1	1,3	0,5		100

ANNEXE A (suite)

LENNOXVILLE

HIVER

	P ₀	P ₁	H ₀	H ₁	H ₂	M ₁	M ₂	Tot	%
"0"	75	170	105	86	22	9	1	468	42,7
"1"	30	116	98	67	11	3	1	326	29,7
"2"	21	77	116	56	27	4	2	303	27,6
TOTAL	126	363	319	209	60	16	4	1097	
%	11,5	33,1	29,1	19,1	5,5	1,5	0,4		100

PRINTEMPS

	P ₀	P ₁	H ₀	H ₁	H ₂	M ₁	M ₂	M ₃	E ₂	E ₃	Tot	%
"0"	0	10	47	72	85	46	27	14	6	307	52,7	
"1"	0	8	18	19	20	17	9	8	0	99	17,0	
"2"	2	2	24	35	45	39	17	9	3	176	30,2	
TOTAL	2	20	89	126	150	102	53	31	9	582		
%	0,3	3,4	15,3	21,6	25,8	17,5	9,1	5,3	1,5	100		

ETÉ

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T3	Tot	%
"0"	1	17	67	139	153	143	80	13	1	614	51,4
"1"	0	4	30	42	45	53	34	5	0	213	17,8
"2"	0	3	47	65	88	90	63	11	0	367	30,7
TOTAL	1	24	144	246	286	286	177	29	1	1194	
%	0,1	2	12,1	20,6	24	24	14,8	2,4	0,1		100

AUTOMNE

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
"0"	5	34	98	67	43	15	6	1	1	270	45,6
"1"	3	19	40	37	26	7	1	0	0	133	22,5
"2"	1	27	42	46	53	13	5	2	0	189	31,9
TOTAL	9	80	180	150	122	35	12	3	1	592	
%	1,5	13,5	30,4	25,3	20,6	5,9	2	0,5	0,2		100

ANNEXE A (suite)

MAPLE-LEAF-EAST

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	T	%
'0'	51	87	50	35	11	7	1	242	40,3
'1'	17	67	44	20	4	4	0	156	26,0
'2'	10	66	75	36	10	5	1	203	33,8
TOTAL	78	220	169	91	25	16	2	601	
%	13	36,6	28,1	15,1	4,2	2,7	0,3	100	

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
'0'	1	11	17	28	26	26	16	6	9	140	57,4
'1'	0	6	15	9	4	6	3	0	0	43	17,6
'2'	0	4	13	11	15	12	4	1	1	61	25,0
TOTAL	1	21	45	48	45	44	23	7	10	244	
%	0,4	8,6	18,4	19,7	18,4	18	9,4	2,9	4,1	100	

ETÉ

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
'0'	1	19	36	57	68	50	28	4	263	54,1
'1'	1	2	6	15	12	13	8	3	60	12,3
'2'	0	8	22	42	38	33	17	3	163	33,5
TOTAL	2	29	64	114	118	96	53	10	486	
%	0,4	6	13,2	23,5	24,3	19,8	10,9	2,1	100	

AUTOMNE

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E3	T	%
'0'	7	15	39	19	15	7	4	1	107	39,2
'1'	2	19	19	12	2	3	1	0	58	21,2
'2'	1	29	27	24	19	5	2	1	108	39,6
TOTAL	10	63	85	55	36	15	7	2	273	
%	3,7	23,1	31,1	20,1	13,2	5,5	2,6	0,7	100	

ANNEXE A (suite)

SAINT-ISIDORE-D'AUKLAND

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M3	T	%
'0'	36	71	49	31	13	8	0	208	34,7
'1'	24	89	54	26	3	2	0	198	33,1
'2'	5	65	66	41	11	4	1	193	32,2
TOTAL	65	225	169	98	27	14	1	599	
%	10,9	37,6	28,2	16,4	4,5	2,3	0,2		100

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
'0'	1	9	29	41	27	34	14	6	9	170	56,7
'1'	0	6	17	8	11	9	7	3	0	61	20,3
'2'	0	4	12	11	17	18	2	4	1	69	23,0
TOTAL	1	19	58	60	55	61	23	13	10	300	
%	0,3	6,3	19,3	20	18,3	20,3	7,7	4,3	3,3	100	

ETE

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
'0'	2	17	41	67	73	60	34	4	298	50,9
'1'	2	2	6	25	16	22	16	3	92	15,7
'2'	0	9	28	41	50	41	23	4	196	33,4
TOTAL	4	28	75	133	139	123	73	11	586	
%	0,7	4,8	12,8	22,7	23,7	21	12,5	1,9	100	

AUTOMNE

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
'0'	5	20	42	28	15	6	4	1	0	121	36,7
'1'	3	27	30	17	8	3	2	0	0	90	27,3
'2'	1	23	31	32	23	6	2	0	1	119	36,1
TOTAL	9	70	103	77	46	15	8	1	1	330	
%	2,7	21,2	31,2	23,3	13,9	4,5	2,4	0,3	0,3	100	

ANNEXE A (suite).

SAINT-LUDGER

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	T	%
"0"	131	291	194	89	21	6	732	62,5
"1"	17	69	46	30	6	2	170	14,5
"2"	20	88	90	54	14	3	269	23,0
TOTAL	168	448	330	173	41	11	1171	
%	14,3	38,3	28,2	14,8	3,5	0,9	100	

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
"0"	4	33	85	83	69	57	19	10	5	1	366	62,4
"1"	0	4	15	16	21	4	4	1	0	0	65	11,1
"2"	2	8	34	34	32	26	12	7	1	0	156	26,6
TOTAL	6	45	134	133	122	87	35	18	6	1	587	
%	1	7,7	22,8	22,7	20,8	14,8	6	3,1	1	0,2		100

ETÉ

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
"0"	1	31	106	172	176	130	57	5	678	56,6
"1"	0	8	32	45	41	28	11	0	165	13,8
"2"	0	11	55	95	85	80	28	1	355	29,6
TOTAL	1	50	193	312	302	238	96	6	1198	
%	0,1	4,2	16,1	26	25,2	19,9	8	0,5		100

AUTOMNE

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	T	%
"0"	12	73	108	75	35	14	2	2	321	52,5
"1"	6	16	38	23	25	2	1	0	111	18,2
"2"	2	38	49	50	30	7	3	0	179	29,3
TOTAL	20	127	195	148	90	23	6	2	611	
%	3,3	20,8	31,9	24,2	14,7	3,8	1	0,3		100

ANNEXE A (suite)

SAWYERVILLE-NORD

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	T	%
"0"	75	159	108	65	22	11	1	0	441	39,2
"1"	26	102	84	45	12	2	0	0	271	24,1
"2"	17	137	148	75	30	4	2	1	414	36,8
TOTAL	118	398	340	185	64	17	3	1	1126	
%	10,5	35,3	30,2	16,4	5,7	1,5	0,3	0,1		100

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
"0"	1	15	46	67	80	44	25	9	8	2	297	51,1
"1"	0	7	24	15	17	14	8	6	2	0	93	16,0
"2"	2	10	33	34	43	41	19	7	2	0	191	32,9
TOTAL	3	32	103	116	140	99	52	22	12	2	581	
%	0,5	5,5	17,7	20	24,1	17	9	3,8	2,1	0,3		100

ETE

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T3	T	%
"0"	2	26	83	131	167	124	69	8	1	611	52,0
"1"	0	5	16	44	45	47	18	4	0	179	15,2
"2"	0	11	41	95	86	95	54	4	0	386	32,8
TOTAL	2	42	140	270	298	266	141	16	1	1176	
%	0,2	3,6	11,9	23	25,3	22,6	12	1,4	0,1	100	

AUTOMNE

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
"0"	10	32	87	60	42	14	6	1	1	253	42,4
"1"	5	28	36	25	18	5	2	0	0	119	20,0
"2"	2	38	56	55	51	16	4	1	1	224	37,6
TOTAL	17	98	179	140	111	35	12	2	2	596	
%	2,9	16,4	30	23,5	18,6	5,9	2	0,3	0,3		100

ANNEXE A (suite)

VALLEE-JONCTION

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	T	%
"0"	125	230	175	83	19	3	0	635	55,4
"1"	31	77	70	33	2	3	1	217	18,9
"2"	21	92	106	60	15	1	0	295	25,7
TOTAL	177	399	351	176	36	7	1	1147	
%	15,4	34,8	30,6	15,3	3,1	0,6	0,1		100

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
"0"	5	17	61	92	71	46	18	12	5	327	54,4
"1"	0	3	20	25	27	17	9	3	1	105	17,5
"2"	0	9	26	34	48	32	11	6	3	169	28,1
TOTAL	5	29	107	151	146	95	38	21	9	601	
%	0,8	4,8	17,8	25,1	24,3	15,8	6,3	3,5	1,5		100

ETÉ

	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T3	T	%
"0"	22	84	145	154	141	64	10	0	620	51,7
"1"	5	29	48	43	38	28	3	0	194	16,2
"2"	8	39	99	88	94	50	5	2	385	32,1
TOTAL	35	152	292	285	273	142	18	2	1199	
%	2,9	12,7	24,4	23,8	22,8	11,8	1,5	0,2	100	

AUTOMNE

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
"0"	0	13	62	117	66	38	16	2	2	1	317	51,3
"1"	0	1	24	37	30	20	3	1	0	0	116	18,8
"2"	1	3	22	50	63	33	9	4	0	0	185	29,9
TOTAL	1	17	108	204	159	91	28	7	2	1	618	
%	0,2	2,8	17,5	33	25,7	14,7	4,5	1,1	0,3	0,2		100

ANNEXE A (suite).

WEST-DITTON

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	T	%
"0"	106	145	91	55	13	9	0	419	34,9
"1"	40	118	98	37	10	2	0	305	25,4
"2"	33	180	165	69	26	3	2	478	39,8
TOTAL	179	443	354	161	49	14	2	1202	
%	14,9	36,9	29,5	13,4	4,1	1,2	0,2	100	

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
"0"	1	23	62	66	67	41	25	10	6	301	50,3
"1"	1	11	23	19	13	14	12	0	1	94	15,7
"2"	3	19	42	41	35	43	12	6	3	204	33,9
TOTAL	5	53	127	126	115	98	49	16	10	599	
%	0,8	8,8	21,2	21	19,2	16,4	8,2	2,7	1,7		100

EIE

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
"0"	6	32	97	147	148	115	31	2	578	48,4
"1"	1	18	28	61	48	47	13	0	216	18,1
"2"	2	14	60	102	106	88	27	1	400	33,5
TOTAL	9	64	185	310	302	250	71	3	1194	
%	0,8	5,4	15,5	26	25,3	20,9	5,9	0,3		100

AUTOMNE

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	T	%
"0"	11	50	80	60	30	13	2	1	247	40,2
"1"	11	35	27	25	12	5	2	0	117	19,0
"2"	4	64	60	65	41	12	3	2	251	40,8
TOTAL	26	149	167	150	83	30	7	3	615	
%	4,2	24,2	27,2	24,4	13,5	4,9	1,1	0,5		100

ANNEXE A (suite).

ARMAGH-STATION

HIVER

	P-	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	T	%
'0'	1	138	211	115	45	14	3	1	528	47,6
'T'	0	26	90	84	31	9	1	0	241	21,7
'2'	0	22	115	126	61	16	1	0	341	30,7
TOTAL	1	186	416	325	137	39	5	1	1110	
%	0,1	16,8	37,5	29,3	12,3	3,5	0,5	0,1		100

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
'0'	2	27	66	76	56	40	13	5	3	2	290	51,7
'T'	1	7	18	27	18	11	6	6	0	0	94	16,8
'2'	3	12	35	43	45	23	9	4	3	0	177	31,6
TOTAL	6	46	119	146	119	74	28	15	6	2	561	
%	1,1	8,2	21,2	26	21,2	13,2	5	2,7	1,1	0,4		100

ETE

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T3	T	%
'0'	3	46	92	160	160	106	44	2	1	614	51,9
'T'	1	6	39	53	38	26	13	1	0	177	14,9
'2'	1	14	65	91	92	88	36	6	0	393	33,2
TOTAL	5	66	196	304	290	220	93	9	1	1184	
%	0,4	5,6	16,6	25,7	24,5	18,6	7,9	0,8	0,1		100

AUTOMNE

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
'0'	19	54	106	57	28	11	1	2	0	278	46,7
'T'	1	33	34	28	14	7	1	0	1	119	20,0
'2'	2	34	60	55	34	10	3	0	0	198	33,3
TOTAL	22	121	200	140	76	28	5	2	1	595	
%	3,7	20,3	33,6	23,5	12,8	4,7	0,8	0,3	0,2		100

ANNEXE A (suite).

SAINTE-GERMAINE

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	T	%
"0"	145	160	84	48	12	3	1	453	41,2
"1"	40	102	72	17	4	1	0	236	21,5
"2"	32	169	144	55	9	1	0	410	37,3
TOTAL	217	431	300	120	25	5	1	1099	
%	19,7	39,2	27,3	10,9	2,3	0,5	0,1		100

PRINTEMPS

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
"0"	6	24	71	75	63	39	21	7	4	310	56,2
"1"	1	8	18	10	14	5	3	3	0	62	11,2
"2"	4	21	31	43	43	21	13	4	0	180	32,6
TOTAL	11	53	120	128	120	65	37	14	4	552	
%	2	9,6	21,7	23,2	21,7	11,8	6,7	2,5	0,7		100

ETE

	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
"0"	7	46	103	164	153	105	29	0	607	53,6
"1"	2	12	32	42	21	29	8	0	146	12,9
"2"	2	18	76	94	94	77	18	1	380	33,5
TOTAL	11	76	211	300	268	211	55	1	1133	
%		1	6,7	18,6	26,5	23,7	18,6	4,9	0,1	100

AUTOMNE

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	T	%
"0"	0	20	61	112	59	23	5	3	2	285	48,8
"1"	0	6	37	31	16	12	3	1	0	106	18,2
"2"	1	6	45	61	55	15	9	1	0	193	33,0
TOTAL	1	32	143	204	130	50	17	5	2	584	
%	0,2	5,5	24,5	34,9	22,3	8,6	2,9	0,9	0,3		100

ANNEXE A (suite et fin).

ARTHABASKA

HIVER

	P0	P1	H0	H1	H2	M1	M2	T	%
"0"	26	53	30	11	4	1	0	125	51,4
"1"	2	16	11	9	2	0	1	41	16,9
"2"	3	27	23	18	5	1	0	77	31,7
TOTAL	31	96	64	38	11	2	1	243	
%	12,8	39,5	26,3	15,6	4,5	0,8	0,4		100

PRINTEMPS

	H0	H1	H2	M1	M2	M3	E2	E3	T	%
"0"	3	11	7	26	9	7	2	0	65	55,1
"1"	1	4	2	2	7	0	1	0	17	14,4
"2"	1	8	7	5	6	8	0	1	36	30,5
TOTAL	5	23	16	33	22	15	3	1	118	
%	4,2	19,5	13,6	28	18,6	12,7	2,5	0,8		100

ETÉ

	H2	M1	M2	M3	E2	E3	E4	T	%
"0"	8	14	32	36	24	13	2	129	54,9
"1"	0	2	10	8	5	2	0	27	11,5
"2"	0	9	19	19	21	11	0	79	33,6
TOTAL	8	25	61	63	50	26	2	235	
%	3,4	10,6	26	26,8	21,3	11,1	0,9		100

AUTOMNE

	P1	H0	H1	H2	M1	M2	T	%
"0"	8	12	25	22	16	7	90	54,2
"1"	0	5	4	3	8	0	20	12,0
"2"	1	8	14	13	15	5	56	33,7
TOTAL	9	25	43	38	39	12	166	
%	5,4	15,1	25,9	22,9	23,5	7,2		100

ANNEXE B

Nombre de jours consécutifs sans précipitation.

DISRAELI			LENNOXVILLE			ST-LUDGER			SAWYERVILLE		
1977											
NB	FRE	%	NB	FRE	%	NB	FRE	%	NB	FRE	%
1	25	52,1	1	19	44,2	1	15	35,7	1	18	45,0
2	8	16,7	2	11	25,6	2	10	23,8	2	8	20,0
3	7	14,6	3	4	9,3	3	4	9,5	3	4	10,0
4	3	6,3	4	4	9,3	4	5	11,9	4	4	10,0
5	2	4,2	6	2	4,7	5	2	4,8	6	2	5,0
6	1	2,1	7	1	2,3	6	2	4,8	7	2	5,0
7	1	2,1	9	1	2,3	7	3	7,1	9	1	2,5
8	1	2,1	11	1	2,3	12	1	2,4	11	1	2,5
1978											
1	14	31,1	1	14	31,1	1	9	22,0	1	14	31,8
2	15	33,3	2	16	35,6	2	13	31,7	2	13	29,5
3	5	11,1	3	5	11,1	3	5	12,2	3	4	9,1
4	5	11,1	4	6	13,3	4	3	7,3	4	8	18,2
5	2	4,4	6	1	2,2	5	5	12,2	5	2	4,5
6	1	2,2	8	2	4,4	6	2	4,9	7	1	2,3
7	1	2,2	9	1	2,2	7	1	2,4	8	1	2,3
8	2	4,4	10	1	2,4	9	1	2,3			
						11	1	2,4			
						17	1	2,4			
1979											
1	17	39,5	1	16	35,6	1	15	34,1	1	19	40,4
2	10	23,3	2	15	33,3	2	9	20,5	2	13	27,7
3	7	16,3	3	5	11,1	3	8	18,2	3	5	10,6
4	2	4,7	4	1	2,2	4	3	6,8	4	2	4,3
6	3	7,0	5	2	4,4	5	1	2,3	5	2	4,3
7	1	2,3	6	1	2,2	6	1	2,3	6	2	4,3
9	2	4,7	7	1	2,2	7	4	9,1	7	1	2,1
11	1	2,3	8	1	2,2	8	1	2,3	8	1	2,1
			9	2	4,4	10	1	2,3	9	2	4,3
			11	1	2,2	11	1	2,3			

Annexe B (suite)

DISRAELI			LENNOXVILLE			ST-LUDGER			SAWYERVILLE		
1980											
1	13	40,6	1	19	41,3	1	20	42,6	1	14	30,4
2	10	31,3	2	16	34,8	2	12	25,5	2	21	45,7
3	4	12,5	3	6	13,0	3	7	14,9	3	3	6,5
4	2	6,3	4	1	2,2	4	2	4,3	4	4	8,7
5	2	6,3	6	2	4,3	5	1	2,1	5	3	6,5
7	1	3,1	7	1	2,2	6	2	4,3	6	1	2,2
			11	1	2,2	7	1	2,1	8	1	2,1
									10	1	2,1
1981											
1	15	44,1	1	19	44,2	1	14	33,3	1	24	54,5
2	11	32,4	2	8	18,6	2	8	19,0	2	6	13,6
3	3	8,8	3	8	18,6	3	12	28,6	3	6	13,6
4	3	8,8	4	3	7,0	5	3	7,1	4	2	4,5
7	1	2,9	5	2	4,7	6	3	7,1	6	3	6,8
8	1	2,9	7	3	7,0	7	1	2,4	7	1	2,3
						11	1	2,4	8	1	2,3
									11	1	2,3
1982											
1	14	46,7	1	12	29,3	1	13	32,5	1	14	35,0
2	7	23,3	2	14	34,1	2	9	22,5	2	11	27,5
3	1	3,3	3	3	7,3	3	7	17,5	3	5	12,5
4	1	3,3	4	3	7,3	4	4	10,0	4	2	5,0
5	1	3,3	5	2	4,9	6	2	5,0	6	1	2,5
6	2	6,7	6	2	4,9	7	2	5,0	7	2	5,0
7	1	3,3	7	2	4,9	11	1	2,5	9	2	5,0
9	1	3,3	8	1	2,4	12	1	2,5	10	2	5,0
10	1	3,3	9	2	4,9	13	1	2,5	11	1	2,5
11	1	3,3									
1983											
1	14	46,7	1	17	38,6	1	15	37,5	1	14	35,9
2	8	26,7	2	11	25,0	2	9	22,5	2	7	17,9
3	6	20,0	3	9	20,5	3	4	10,0	3	7	17,9
4	1	3,3	4	3	6,8	4	4	10,0	4	6	15,4
7	1	3,3	5	2	4,5	5	1	2,5	5	2	5,1
			6	2	4,5	6	2	5,0	6	1	2,6
						7	1	2,5	7	1	2,6
						8	3	7,5	9	1	2,6
						9	1	2,5			

Annexe B (suite)

DISRAELI			LENNOXVILLE			ST-LUDGER			SAWYERVILLE		
1984											
1	18	64,3	1	8	19,5	1	8	20,5	1	9	23,7
2	4	14,3	2	12	29,3	2	9	23,1	2	7	18,4
3	2	7,1	3	9	22,0	3	9	23,1	3	11	28,9
4	1	3,6	4	5	12,2	4	4	10,3	4	5	13,2
6	1	3,6	5	2	4,9	5	3	7,7	5	1	2,6
7	2	7,1	6	2	4,9	6	1	2,6	6	1	2,6
			7	2	4,9	7	2	5,1	7	1	2,6
			8	1	2,4	8	1	2,6	8	1	2,6
						9	1	2,6	9	2	5,3
						10	1	2,6			
1985											
1	8	32	1	13	31,7	1	9	22,5	1	14	34,1
2	5	20	2	7	17,1	2	13	32,5	2	10	24,4
3	3	12	3	9	22,0	3	6	15,0	3	8	19,5
4	5	20	4	7	17,1	4	4	10,0	4	2	4,9
5	2	8	5	1	2,4	5	4	10,0	5	3	7,3
6	1	4	6	1	2,4	6	1	2,5	6	1	2,4
8	1	4	7	2	4,9	11	2	5,0	8	2	4,9
			13	1	2,4	15	1	2,5	13	1	2,4
1986											
1	11	33,3	1	14	34,1	1	14	32,6	1	13	32,5
2	9	27,3	2	9	22,0	2	14	32,6	2	10	25,0
3	1	3,0	3	8	19,5	3	5	11,6	3	9	22,5
4	4	12,1	4	3	7,3	4	3	7,0	4	1	2,5
5	3	9,1	5	4	9,8	5	4	9,3	5	4	10,0
6	1	3,0	6	1	2,4	6	3	7,0	7	2	5,0
7	1	3,0	7	2	4,9				9	1	2,5
9	3	9,1									

Annexe B (Suite)

VALLEE-JONCTION			WEST-DITTON			ARMAGH			STE-GERMAINE		
NB	FRE	%	NB	FRE	%	NB	FRE	%	NB	FRE	%
1977											
1	19	40,4	1	15	38,5	1	14	35,9	1	17	42,5
2	13	27,7	2	7	17,9	2	12	30,8	2	7	17,5
3	6	12,8	3	10	25,6	3	4	10,3	3	6	15,0
4	4	8,5	4	2	5,1	4	2	5,1	4	5	12,5
5	1	2,1	5	1	2,6	5	2	5,1	6	2	5,0
6	1	2,1	7	2	5,1	6	1	2,6	7	2	5,0
7	3	6,4	8	1	2,6	7	2	5,1	11	1	2,5
			9	1	2,6	9	2	5,1			
1978											
1	14	31,1	1	13	33,3	1	14	33,3	1	12	28,6
2	10	22,2	2	8	20,5	2	8	19,0	2	11	26,2
3	9	20,0	3	6	15,4	3	6	14,3	3	7	16,7
4	2	4,4	4	5	12,8	4	7	16,7	4	4	9,5
5	5	11,1	5	3	7,7	5	3	7,1	5	1	2,4
6	2	4,4	6	1	2,6	7	3	7,1	6	2	4,8
8	1	2,2	8	1	2,6	9	1	2,4	7	1	2,4
9	2	4,4	9	1	2,6				8	1	2,4
			15	1	2,6				9	2	4,8
									12	1	2,4
1979											
1	18	36,7	1	13	31,0	1	19	38	1	14	34,1
2	13	26,5	2	13	31,0	2	14	28	2	10	24,4
3	10	20,4	3	6	14,3	3	9	18	3	8	19,5
4	4	8,2	4	2	4,8	4	5	10	4	3	7,3
5	1	2,0	5	2	4,8	5	1	2	5	1	2,4
7	1	2,0	6	1	2,4	6	1	2	7	3	7,3
8	1	2,0	7	1	2,4	7	1	2	9	1	2,4
10	1	2,0	9	2	4,8				25	1	2,4
			11	2	4,8						

Annexe B (Suite)

VALLEE-JONCTION			WEST-DITTON			ARMAGH			STE-GERMAINE		
1980											
1	21	41,2	1	18	39,1	1	14	41,2	1	9	26,5
2	15	29,4	2	16	34,8	2	9	26,5	2	12	35,3
3	6	11,8	3	3	6,5	3	4	11,8	3	4	11,8
4	5	9,8	4	4	8,7	4	1	2,9	4	3	8,8
5	1	2,0	5	1	2,2	5	2	5,9	5	2	5,9
6	2	3,9	6	1	2,2	7	2	5,9	8	1	2,9
10	1	2,0	7	1	2,2	10	2	5,9	9	2	5,9
			8	2	4,3				15	1	2,9
1981											
1	18	41,9	1	26	57,8	1	18	40,0	1	13	35,1
2	7	16,3	2	4	8,9	2	11	24,4	2	10	27,0
3	11	25,6	3	6	13,3	3	8	17,8	3	3	8,1
4	5	11,6	4	4	8,9	4	5	11,1	4	3	8,1
6	1	2,3	5	1	2,2	5	2	4,4	5	3	8,1
11	1	2,3	6	2	4,4	8	1	2,2	6	1	2,7
			7	2	4,4				9	3	8,1
									10	1	2,7
1982											
1	7	19,4	1	15	36,6	1	12	30,0	1	10	27,0
2	12	33,3	2	16	39,0	2	12	30,0	2	8	21,6
3	5	13,9	4	2	4,9	3	6	15,0	3	6	16,2
4	3	8,3	6	1	2,4	4	3	7,5	4	6	16,2
5	1	2,8	7	4	9,8	5	1	2,5	5	1	2,7
6	3	8,3	9	2	4,9	6	1	2,5	7	3	8,1
7	2	5,6	10	1	2,4	8	2	5,0	8	1	2,7
8	1	2,8				10	1	2,5	11	2	5,4
11	2	5,6				11	2	5,0			
1983											
1	15	38,5	1	17	42,5	1	12	31,6	1	11	30,6
2	7	17,9	2	7	17,5	2	8	21,1	2	7	19,4
3	8	20,5	3	6	15,0	3	6	15,8	3	6	16,7
4	5	12,8	4	5	12,5	4	5	13,2	4	5	13,9
5	2	5,1	5	2	5,0	5	5	13,2	5	3	8,3
8	1	2,6	6	1	2,5	8	1	2,6	6	2	5,6
10	1	2,6	8	2	5,0	9	1	2,6	7	1	2,8
									10	1	2,8

Annexe B (Suite et fin)

[illegible]

ANNEXE C

Valeurs transformées des degrés-jours des températures moyennes mensuelles pour les dix seuils (en unité d'écart-type).

MOIS	-30°C	-25°C	-20°C	-15°C	-10°C	-5°C	0°C	+5°C	+10°C	+15°C
1977										
1	-0.57	-0.61	-0.74	-0.89	-1.1	-1.1	-0.81	-0.59		
2	0.03	0.032	-0.01	-0.14	-0.26	-0.43	-0.44	-0.07	2.69	2.85
3	1.59	1.59	1.6	1.65	1.69	1.63	1.71	1.77	1.97	2.85
4	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.3	-0.23	0.06	0.32	0.65	0.83
5	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.56	0.56	0.87	1.27
6	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.38	-0.48
7	-0.81	-0.81	-0.81	-0.81	-0.81	-0.81	-0.81	-0.81	-0.81	-0.71
8	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.34	-0.29
9	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.46	-0.55	-0.48
10	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.12	-0.74	-0.67	-0.47
11	0.87	0.87	0.87	0.87	0.89	0.98	1.02	1.4	1.49	-0.32
12	-0.36	-0.37	-0.36	-0.38	-0.38	-0.33	-0.42	-0.35	-0.32	
1978										
1	0.27	0.25	0.11	-0.13	-0.1	0.1	0.43	2.1		
2	-1.04	-1.06	-1.09	-1.13	-1.09	-0.83	-0.55	-0.36	-0.41	-0.32
3	-1.16	-1.16	-1.17	-1.26	-1.35	-1.29	-1.15	-0.75	-0.68	-0.32
4	-1.53	-1.53	-1.53	-1.53	-1.56	-1.7	-1.87	-1.82	-1.18	-0.62
5	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.41	1.52	1.61	1.87
6	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.49	0.36
7	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.53
8	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.32	0.31
9	-1.48	-1.48	-1.48	-1.48	-1.48	-1.48	-1.48	-1.5	-1.49	-1.11
10	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.52	-0.33	-0.5	-0.41
11	-0.46	-0.46	-0.46	-0.44	-0.31	0.03	0.24	0.15	-0.01	-0.32
12	-0.15	-0.16	-0.22	-0.38	-0.46	-0.53	-0.55	-0.35	-0.32	
1979										
1	1.11	1.13	1.25	1.37	1.49	1.57	1.41	-0.59		
2	-1.55	-1.5	-1.25	-0.86	-0.51	-0.42	-0.5	-0.36	-0.41	-0.32
3	1.30	1.30	1.31	1.34	1.46	1.67	1.7	1.56	0.99	-0.32
4	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.27	0.25	0.33	0.45	0.53
5	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.59	0.51	0.41	-0.21
6	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.04	1.06
7	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.09	2.31
8	-0.78	-0.78	-0.78	-0.78	-0.78	-0.78	-0.78	-0.78	-0.85	-0.61
9	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.28	-0.03
10	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.64	1.73	2.45	2.45
11	1.59	1.59	1.59	1.59	1.56	1.46	1.36	0.87	0.18	-0.32
12	0.66	0.66	0.67	0.74	0.72	0.54	0.21	-0.24	-0.32	

Annexe C (Suite)

1980

1	0.84	0.84	0.79	0.65	0.31	-0.03	-0.58	-0.59		
2	-0.41	-0.46	-0.6	-0.75	-0.78	-0.65	-0.46	-0.36	-0.41	-0.32
3	-0.14	-0.14	-0.14	-0.1	-0.05	-0.05	-0.1	-0.61	-0.68	-0.32
4	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.53	0.32	-0.05	-0.71	-0.62
5	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.15	-0.31	-0.7	-0.92
6	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.74	-0.53	-0.42
7	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.28
8	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.05	0.72
9	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.43	-0.32	0
10	-1.73	-1.73	-1.73	-1.73	-1.73	-1.73	-1.62	-0.82	-0.21	-0.38
11	-1.46	-1.46	-1.46	-1.47	-1.52	-1.72	-1.75	-1.32	-0.76	-0.32
12	-1.96	-1.94	-1.88	-1.7	-1.31	-0.83	-0.53	-0.35	-0.32	

1981

1	-1.1	-1.04	-0.99	-0.87	-0.68	-0.64	-0.77	-0.59		
2	1.62	1.66	1.73	1.78	1.91	2.15	2.52	2.83	0.63	-0.32
3	0.2	0.2	0.2	0.15	0.01	-0.13	-0.31	-0.15	-0.07	-0.32
4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.61	0.65	0.42	-0.11	-0.49
5	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.52	0.48	0.4	0.09
6	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	0.99	0.45
7	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.52	0.32
8	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.33	-0.47
9	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.02	0.16	0.14
10	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.36	-1.7	-0.98	-0.49
11	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.13	-0.3	-0.43	-0.63	-0.74	-0.32
12	0.74	0.75	0.74	0.63	0.31	-0.31	-0.46	-0.35	-0.32	

1982

1	-1.7	-1.68	-1.41	-1.07	-0.88	-0.91	-0.8	-0.59		
2	-0.28	-0.28	-0.34	-0.42	-0.51	-0.62	-0.55	-0.36	-0.41	-0.32
3	-0.21	-0.21	-0.22	-0.24	-0.26	-0.41	-0.45	-0.66	-0.68	-0.32
4	-1.53	-1.53	-1.53	-1.53	-1.46	-1.25	-1.04	-0.62	-0.44	-0.62
5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.48	0.34	0.25	0.46
6	-0.59	-0.59	-0.59	-0.59	-0.59	-0.59	-0.59	-0.6	-0.76	-1.11
7	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.48	-0.26
8	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.64	-1.64
9	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.58	0.28
10	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1	0.49	-0.31	-0.49
11	0.99	0.99	0.99	0.99	1.03	1.09	1.15	1.66	2.04	2.85
12	1.4	1.41	1.44	1.58	1.92	2.38	2.7	2.84	2.85	

1983

1	1.24	1.26	1.29	1.31	1.21	0.92	0.39	1.14		
2	0.36	0.36	0.36	0.33	0.19	-0.13	-0.29	-0.36	-0.41	-0.32
3	0.39	0.39	0.39	0.35	0.24	-0.02	-0.58	-0.72	-0.68	-0.32
4	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	-0.02	-0.39	-0.82	-0.72	-0.62
5	-1.57	-1.57	-1.57	-1.57	-1.57	-1.57	-1.56	-1.49	-1.54	-1.38
6	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.39	1.8
7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.49	0.35
8	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.99
9	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.95	2.5
10	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.27	0.62	0.98	1.17
11	0.34	0.34	0.34	0.34	0.29	0.11	-0.26	-0.56	-0.76	-0.32
12	-0.56	-0.55	-0.54	-0.47	-0.39	-0.3	-0.24	-0.35	-0.32	

Annexe C (Suite et fin)

1984

1	0.04	0.02	0.01	-0.04	-0.13	-0.17	-0.38	-0.59		
2	1.48	1.46	1.49	1.55	1.54	1.46	0.99	-0.24	-0.41	-0.32
3	-1.74	-1.74	-1.71	-1.57	-1.32	-1.15	-0.75	-0.64	-0.68	-0.32
4	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.53	0.5	0.28	0.06	-0.26
5	-1.66	-1.66	-1.66	-1.66	-1.66	-1.66	-1.65	-1.63	-1.26	-0.57
6	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.43	0.51
7	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.16	-0.41
8	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.69	1.9
9	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.93	-0.9
10	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.36	0.76	-0.25	-0.47
11	0.13	0.13	0.13	0.13	0.1	-0.02	-0.02	-0.31	-0.55	-0.32
12	0.88	0.88	0.9	0.93	0.92	0.8	0.31	-0.12	-0.32	

1985

1	-0.77	-0.83	-1.04	-1.22	-1.24	-1.12	-0.81	-0.59		
2	0.27	0.27	0.27	0.31	0.23	0.05	-0.19	-0.35	-0.41	-0.32
3	-0.38	-0.38	-0.39	-0.46	-0.56	-0.54	-0.59	-0.64	-0.68	-0.32
4	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.51	-0.53	-0.32	-0.08	-0.37	-0.56
5	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.63	-0.66	-0.73
6	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.31	-1.19
7	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.37
8	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.44
9	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.05	0.95	0.21
10	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.53	-0.11	-0.42
11	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.4	-0.14	-0.29	-0.19	-0.32
12	-0.95	-0.96	-1.01	-1.12	-1.27	-0.98	-0.46	-0.35	-0.32	

1986

1	0.64	0.65	0.74	0.89	1.11	1.39	1.92	0.92		
2	-0.48	-0.48	-0.57	-0.67	-0.7	-0.58	-0.54	-0.36	-0.41	-0.32
3	0.14	0.14	0.14	0.13	0.15	0.29	0.53	0.84	1.17	-0.32
4	1.71	1.71	1.71	1.71	1.73	1.79	1.83	2.04	2.37	2.43
5	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.47	0.65	0.61	0.12
6	-1.47	-1.47	-1.47	-1.47	-1.47	-1.47	-1.47	-1.47	-1.36	-0.99
7	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74	-1.73	-1.49
8	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.52	-0.47
9	-0.57	-0.57	-0.57	-0.57	-0.57	-0.57	-0.57	-0.61	-0.61	-0.61
10	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-0.48	-0.54	-0.41	-0.47
11	-1.41	-1.41	-1.41	-1.41	-1.39	-1.23	-1.18	-0.95	-0.71	-0.32
12	0.28	0.28	0.26	0.18	-0.05	-0.42	-0.55	-0.35	-0.32	

ANNEXE D

Valeurs transformées des degrés-froids des températures moyennes.
(en unités d'écart-type)

Mois	-30°C	-25°C	-20°C	-15°C	-10°C	-5°C	0°C	+5°C	+10°C	+15°C
1977										
1	-0.28	-0.4	-0.25	-0.07	0.14	0.41	0.55	0.57	0.57	0.57
2	-0.32	-0.45	-0.59	-0.54	-0.4	-0.21	-0.11	-0.1	-0.12	
3	-0.38	-0.62	-1.01	-1.36	-1.4	-1.52	-1.58	-1.59		
4	-0.2	0.53	0.86	0.64	0.46	0.32				
5	-0.5	-0.01	0.42	-0.09						
6	-0.41	-0.11	0.05							
7	-0.64	0.68								
8	-0.54	0.24								
9	-0.59	0.02	0.35							
10	-1.07	-0.94	-0.37	-0.07						
11	-0.36	0.2	-0.03	-0.54	-0.66	-0.8	-0.87			
12	-0.32	-0.29	0.3	0.23	0.27	0.31	0.31	0.35	0.36	0.36
1978										
1	-0.48	-0.57	-0.81	-0.83	-0.48	-0.3	-0.26	-0.27	-0.27	-0.27
2	-0.25	0.2	0.27	0.61	1	1.07	1.02	1	0.99	
3	-0.35	0	0.43	0.89	1.06	1.17	1.16	1.16		
4	-0.27	-0.02	0.51	1.08	1.48	1.54				
5	2.21	1.36	-0.21	-0.87						
6	-0.41	-0.08	-0.51							
7	-0.06	0.52								
8	-0.52	-0.37								
9	0.21	1.21	1.53							
10	0.55	0.43	0.27	0.48						
11	2.82	2.45	1.9	1.17	0.6	0.48	0.46			
12	-0.32	-0.47	-0.71	-0.67	-0.28	-0.08	0.04	0.14	0.15	0.15
1979										
1	-0.48	-0.51	-0.28	-0.44	-0.72	-0.95	-1.08	-1.11	-1.11	-1.11
2	2.85	2.79	2.76	2.58	2.06	1.7	1.56	1.53	1.52	
3	-0.38	-0.59	-0.65	-0.77	-1.03	-1.24	-1.3	-1.3		
4	-0.34	-0.49	-0.36	-0.26	-0.27	-0.31				
5	-0.5	-0.67	-0.84	-0.96						
6	-0.41	-0.39	-0.68							
7	2.42	0.27								
8	-0.36	1.03								
9	-0.32	-0.41	-0.49							
10	1.18	1.47	0.9	-0.05						
11	-0.36	-0.81	-1.21	-1.56	-1.7	-1.64	-1.6			
12	-0.32	-0.47	-0.43	-0.28	-0.46	-0.61	-0.7	-0.69	-0.66	-0.66

Annexe D (Suite)

1980										
1	-0.48	-0.57	-0.78	-0.93	-1.08	-1.01	-0.89	-0.84	-0.84	-0.84
2	-0.32	-0.45	-0.36	0.08	0.5	0.66	0.69	0.73	0.77	
3	-0.12	0.43	0.35	0.22	0.15	0.08	0.13	0.14		
4	-0.34	-0.6	-0.88	-0.88	-0.78	-0.6				
5	-0.5	-1.38	-1.33	-0.32						
6	2.7	1.95	1.06							
7	0.23	-0.06								
8	-0.55	-1.51								
9	1.82	0.89	0.71							
10	1.96	1.65	1.63	1.69						
11	-0.36	-0.73	-0.2	0.87	1.41	1.47	1.46			
12	2.85	2.65	2.5	2.44	2.39	2.21	2.08	1.99	1.96	1.96
1981										
1	2.41	2.1	1.23	1.2	1.25	1.16	1.11	1.11	1.11	1.11
2	-0.32	-0.45	-0.58	-0.85	-1.2	-1.46	-1.66	-1.75	-1.77	
3	-0.38	-0.59	-0.69	-0.54	-0.4	-0.24	-0.21	-0.2		
4	-0.34	-0.39	-0.38	-0.62	-0.7	-0.63				
5	-0.37	-0.32	-0.64	-0.69						
6	-0.41	-0.9	-1.65							
7	-0.64	-1.04								
8	-0.52	-0.08								
9	1.67	0.73	0.2							
10	-0.84	-0.29	0.68	1.16						
11	-0.36	-0.78	-0.73	-0.33	-0.08	0.03	0.08			
12	-0.32	-0.47	-0.71	-1	-1.14	-1.17	-0.94	-0.78	-0.74	-0.74
1982										
1	1.23	1.64	2.31	2.25	2.02	1.81	1.72	1.7	1.7	1.7
2	-0.32	-0.33	-0.34	-0.22	-0.04	0.14	0.21	0.21	0.2	
3	-0.29	-0.12	0.03	-0.03	0.09	0.15	0.2	0.21		
4	2.84	2.64	2.06	1.86	1.63	1.54				
5	-0.5	-1.17	-0.9	-0.43						
6	-0.41	-0.85	-0.34							
7	0.95	1.13								
8	2.5	1.78								
9	-0.83	-1.68	-1.17							
10	-0.87	-1	-1.23	-1.15						
11	0.04	0.41	-0.12	-0.62	-0.74	-0.9	-0.98			
12	-0.32	-0.47	-0.7	-0.51	-0.48	-0.63	-0.97	-1.3	-1.4	-1.4
1983										
1	-0.48	-0.57	-0.7	-0.82	-1.1	-1.26	-1.26	-1.24	-1.24	-1.24
2	-0.32	-0.3	-0.38	-0.59	-0.7	-0.56	-0.46	-0.45	-0.46	
3	-0.38	-0.62	-0.72	-0.8	-0.77	-0.51	-0.41	-0.39		
4	-0.34	-0.6	-0.92	-0.65	-0.23	-0.1				
5	-0.5	0.36	0.98	1.42						
6	-0.41	-0.24	-0.26							
7	-0.64	-0.77								
8	-0.55	-0.83								
9	-0.79	-0.86	-1.14							
10	0.36	0.45	0.34	-0.01						
11	-0.36	-0.81	-0.97	-0.95	-0.58	-0.4	-0.34			
12	-0.32	0.71	0.67	0.73	0.65	0.59	0.57	0.55	0.55	0.55

Annexe D (Suite et fin)

1984										
1	-0.48	-0.38	-0.16	-0.15	-0.15	-0.09	-0.06	-0.04	-0.04	-0.04
2	-0.32	-0.32	-0.29	-0.67	-1.06	-1.3	-1.31	-1.22	-1.19	
3	2.84	2.68	2.5	2.18	2	1.82	1.74	1.74		
4	-0.34	-0.54	-0.53	-0.65	-0.62	-0.58				
5	-0.43	-0.02	1.99	2						
6	-0.41	-0.87	-0.38							
7	-0.64	-1								
8	-0.55	-1.06								
9	0.26	0.93	0.92							
10	-0.69	-1.17	-1.53	-1.49						
11	-0.36	-0.41	-0.57	-0.27	-0.25	-0.17	-0.13			
12	-0.32	-0.47	-0.52	-0.56	-0.67	-0.77	-0.92	-0.91	-0.88	-0.88
1985										
1	-0.48	-0.56	-0.48	-0.11	0.36	0.64	0.75	0.77	0.77	0.77
2	-0.32	-0.27	-0.13	-0.34	-0.45	-0.43	-0.37	-0.35	-0.36	
3	-0.33	-0.36	-0.16	0.17	0.26	0.34	0.38	0.38		
4	-0.34	0.07	0.68	0.67	0.47	0.48				
5	-0.44	0.05	0.34	0.5						
6	-0.41	-0.16	0.89							
7	-0.64	-1.31								
8	0.19	0.13								
9	-0.83	-1.21	-1.41							
10	-0.49	-0.61	-0.91	-0.93						
11	-0.36	0.06	0.65	0.85	0.55	0.52	0.52			
12	-0.32	-0.27	0.08	0.18	0.36	0.76	0.96	0.95	0.95	0.95
1986										
1	-0.48	-0.19	-0.07	-0.09	-0.25	-0.43	-0.57	-0.64	-0.64	-0.64
2	-0.32	-0.42	-0.36	-0.07	0.29	0.38	0.42	0.41	0.41	
3	-0.23	-0.21	-0.08	0.04	0.03	-0.05	-0.13	-0.14		
4	-0.34	-0.6	-1.05	-1.2	-1.44	-1.66				
5	1.53	1.79	0.19	-0.54						
6	0.59	1.63	1.81							
7	-0.32	1.59								
8	0.91	0.67								
9	-0.58	0.38	0.5							
10	-0.1	0.01	0.22	0.37						
11	-0.36	0.42	1.28	1.4	1.45	1.41	1.41			
12	-0.32	-0.47	-0.48	-0.57	-0.65	-0.61	-0.44	-0.31	-0.28	-0.28

ANNEXE E

Valeurs transformées des degrés-froids des températures maximales.
(en unités d'écart-type)

Mois	-30°C	-25°C	-20°C	-15°C	-10°C	-5°C	0°C	+5°C	+10°C	+15°C
1977										
1	-0.4	-0.43	-0.18	0.05	0.34	0.74	0.85	0.88	0.88	
2	-0.32	-0.33	-0.44	-0.44	-0.39	-0.18	0.03	0.09	0.08	
3	-0.42	-0.72	-1.11	-1.19	-1.25	-1.42	-1.52			
4	-0.32	-0.23	0.41	0.65	0.44	0.21				
5	-0.41	-0.69	-0.34	-0.04						
6	0.64	1.15								
7	1.41									
8	-0.32	-0.39								
9	-0.38	0.4	0.56							
10	-0.6	-0.79	-0.45	0.03						
11	0.19	0.4	-0.29	-0.46	-0.55	-0.72				
12	-0.32	-0.01	0.55	0.43	0.53	0.64	0.66	0.7	0.7	
1978										
1	-0.4	-0.67	-0.92	-0.64	0	0.14	0.05	-0.07	-0.08	
2	-0.32	-0.26	0.02	0.02	0.51	0.93	0.99	0.96	0.94	
3	-0.36	-0.02	0.44	0.82	1.09	1.25	1.23			
4	-0.32	-0.31	0.1	0.75	1.25	1.56				
5	2.7	2.13	1.24	-0.07						
6	0.44	-0.3								
7	0.39									
8	-0.32	-0.74								
9	-0.38	-0.47	0.58							
10	-0.03	0.36	0.29	0.32						
11	2.7	2.07	1.28	0.37	-0.03	-0.13				
12	-0.32	-0.58	-0.75	-0.36	-0.22	-0.18	-0.07	0.01	0.04	
1979										
1	-0.4	-0.6	-0.52	-0.63	-0.79	-0.9	-0.91	-0.87	-0.86	
2	2.85	2.85	2.82	2.81	2.6	2.1	1.75	1.63	1.6	
3	-0.36	-0.37	-0.47	-0.74	-1.12	-1.25	-1.31			
4	-0.32	-0.31	-0.16	-0.04	0.02	0				
5	-0.41	-0.46	-0.54	-0.31						
6	-0.15	0.06								
7	-0.28									
8	-0.32	1								
9	-0.19	-0.03	-0.56							
10	1.35	2	1.85	1.2						
11	-0.52	-1.12	-1.72	-1.84	-1.63	-1.55				
12	-0.32	-0.5	-0.14	-0.13	-0.38	-0.6	-0.7	-0.68	-0.64	

Annexe E (Suite)

1980									
1	-0.4	-0.66	-0.69	-0.81	-0.92	-0.86	-0.78	-0.74	-0.74
2	-0.32	-0.33	-0.34	-0.11	0.25	0.59	0.71	0.73	0.76
3	0.17	0.36	0.23	0.18	-0.01	-0.07	0.02	9	
4	-0.32	-0.35	-0.71	-0.93	-0.85	-0.56			
5	-0.41	-0.69	-1.51	-1.13					
6	2.36	1.49							
7	1.05								
8	-0.32	-1							
9	0.05	0.59	0.54						
10	2.27	1.57	1.59	1.68					
11	-0.52	-0.41	0.53	1.36	1.63	1.66			
12	2.85	2.4	2.37	2.41	2.27	2.09	1.92	1.81	1.76
1981									
1	2.75	2.17	1.38	1.24	1.17	1.11	1.07	1.07	1.08
2	-0.32	-0.33	-0.44	-0.49	-0.76	-1.16	-1.44	-1.61	-1.69
3	-0.42	-0.63	-0.4	-0.33	-0.04	0.04	0.06		
4	-0.32	-0.26	-0.31	-0.57	-0.86	-0.86			
5	-0.41	-0.52	-0.63	-0.86					
6	-0.73	-1.31							
7	-0.66								
8	-0.32	-0.31							
9	2.82	2.52	2.05						
10	-0.6	-0.53	-0.12	0.39					
11	-0.52	-0.6	0.07	0.25	0.27	0.33			
12	-0.32	-0.58	-0.78	-0.99	-0.99	-0.62	-0.31	-0.18	-0.15
1982									
1	0.41	1.47	2.16	2.23	1.9	1.5	1.43	1.41	1.4
2	-0.32	-0.33	-0.28	-0.26	-0.2	-0.01	0.17	0.22	0.22
3	-0.14	-0.11	-0.25	-0.26	-0.24	-0.15	-0.04		
4	2.85	2.84	2.62	2.05	1.79	1.57			
5	-0.41	-0.69	-1.03	-0.92					
6	-0.73	-0.63							
7	-0.73								
8	-0.32	1.37							
9	-0.38	-0.73	-0.69						
10	-0.6	-0.74	-1	-1.2					
11	0.07	-0.11	-0.93	-0.97	-1.07	-1.06			
12	-0.32	-0.58	-0.72	-0.63	-0.63	-0.79	-1.21	-1.52	-1.65
1983									
1	-0.4	-0.55	-0.6	-0.9	-1.28	-1.41	-1.33	-1.32	-1.32
2	-0.32	-0.3	-0.29	-0.41	-0.57	-0.71	-0.63	-0.54	-0.52
3	-0.42	-0.66	-0.76	-0.82	-0.62	-0.37	-0.24		
4	-0.32	-0.35	-0.73	-0.76	-0.36	0.07			
5	-0.41	0.09	0.85	1.4					
6	-0.73	-0.9							
7	-0.45								
8	-0.32	-0.81							
9	-0.38	-0.7	-1.32						
10	-0.26	-0.27	-0.22	-0.08					
11	-0.52	-0.98	-0.78	-0.36	-0.06	0.03			
12	-0.32	1.18	0.82	0.76	0.7	0.52	0.54	0.53	0.52

Annexe E (Suite et fin)

1984

1	-0.4	-0.49	-0.48	-0.46	-0.53	-0.41	-0.32	-0.26	-0.26
2	-0.32	-0.33	-0.3	-0.42	-0.77	-1.12	-1.3	-1.3	-1.24
3	2.79	2.68	2.54	2.34	2.12	1.88	1.76		
4	-0.32	-0.35	-0.52	-0.58	-0.75	-0.75			
5	-0.41	-0.11	1.05	1.99					
6	-0.73	-1.11							
7	-1.02								
8	-0.32	-1.09							
9	-0.38	-0.33	0.2						
10	-0.34	-0.66	-1.04	-1.5					
11	-0.52	-0.67	-0.32	-0.34	-0.4	-0.35			
12	-0.32	-0.58	-0.68	-0.75	-0.76	-1	-1.11	-1.06	-1.01

1985

1	-0.4	-0.37	-0.39	0.02	0.55	0.83	0.92	0.94	0.95
2	-0.32	-0.33	-0.37	-0.26	-0.36	-0.51	-0.49	-0.43	-0.41
3	-0.42	-0.35	-0.22	-0.01	0.2	0.33	0.4		
4	-0.32	-0.35	0.01	0.59	0.55	0.3			
5	-0.41	-0.55	-0.3	-0.28					
6	-0.73	0.79							
7	-1.16								
8	2.85	0.46							
9	-0.38	-0.7	-1.11						
10	-0.6	-0.51	-0.76	-0.88					
11	-0.52	0.29	0.87	0.73	0.53	0.49			
12	-0.32	-0.41	-0.37	-0.14	0.36	0.85	0.93	0.89	0.88

1986

1	-0.4	0.13	0.24	-0.09	-0.45	-0.74	-0.97	-1.05	-1.05
2	-0.32	-0.33	-0.38	-0.44	-0.3	0.07	0.23	0.26	0.26
3	-0.42	-0.19	0	0.01	-0.12	-0.25	-0.37		
4	-0.32	-0.35	-0.71	-1.16	-1.24	-1.53			
5	0.59	1.5	1.2	0.23					
6	0.37	0.76							
7	1.45								
8	-0.32	1.5							
9	-0.38	-0.55	-0.24						
10	-0.6	-0.43	-0.15	0.03					
11	0.19	1.13	1.3	1.28	1.31	1.3			
12	-0.32	-0.32	-0.31	-0.58	-0.89	-0.91	-0.64	-0.49	-0.45

ANNEXE F

Valeurs transformées des degrés-froids des températures minimales.

(enunités d'écart-type)

	-30°C	-25°C	-20°C	-15°C	-10°C	-5°C	0°C	+5°C	+10°C	+15°C
1977										
1	-0.37	-0.27	-0.12	-0.06	0.12	0.26	0.32	0.32	0.32	0.32
2	-0.61	-0.66	-0.76	-0.76	-0.62	-0.45	-0.31	-0.27	-0.28	-0.29
3	-0.46	-0.52	-0.79	-1.13	-1.47	-1.54	-1.53	-1.59	-1.6	-1.6
4	-0.32	0.07	0.92	1.08	0.96	0.75	0.64	0.59		
5	-0.02	0.46	1.02	0.58	0.2					
6	-0.59	-1.46	-1.36	-0.99						
7	-0.31	1.2	0.99							
8	-0.62	-0.45	-0.08	0.16						
9	-0.32	-0.92	-0.55	-0.36	-0.38					
10	-0.96	-1.3	-1.28	-0.65	-0.48					
11	-0.32	-0.36	-0.31	-0.15	-0.54	-0.74	-0.8	-0.87	-0.89	
12	-0.3	-0.06	-0.03	0	0.03	0	0.06	0.07	0.07	0.07
1978										
1	-0.7	-0.76	-0.86	-0.78	-0.64	-0.48	-0.41	-0.4	-0.4	-0.4
2	0.63	0.47	0.58	0.75	1.02	1.13	1.09	1.06	1.05	1.04
3	-0.46	-0.41	-0.09	0.49	0.89	0.99	1.08	1.08	1.07	1.07
4	-0.32	0.52	0.27	0.4	0.76	1.23	1.31	1.32		
5	0.39	0.02	-0.57	-1.04	-1.27					
6	-0.59	-0.24	-0.43	-0.87						
7	0.63	0.89	0.44							
8	1.19	0.13	-0.02	0.05						
9	-0.32	1.56	1.8	1.82	1.81					
10	1.16	0.04	0.31	0.42	0.47					
11	2.85	2.84	2.42	2.06	1.65	1.25	1.07	1.06	1.06	
12	-0.44	-0.63	-0.46	-0.19	-0.01	0.13	0.21	0.23	0.23	0.23
1979										
1	-0.24	-0.14	-0.36	-0.67	-0.94	-1.11	-1.24	-1.24	-1.24	-1.24
2	2.63	2.68	2.6	2.45	2.04	1.68	1.49	1.44	1.43	1.42
3	-0.46	-0.52	-0.72	-0.78	-0.79	-0.97	-1.19	-1.25	-1.27	-1.27
4	-0.32	-0.48	-0.67	-0.82	-0.66	-0.56	-0.68	-0.71		
5	-0.54	-0.43	-1.69	-1.81	-1.48					
6	-0.59	-0.58	-0.27	-0.51						
7	0.95	-0.25	-1.58							
8	-0.62	-0.63	-0.09	0.17						
9	-0.32	0.27	-0.17	-0.09	-0.03					
10	-0.7	-0.01	-0.2	-1.43	-1.82					
11	-0.32	-0.36	-0.77	-0.98	-1.27	-1.6	-1.6	-1.56	-1.55	
12	-0.44	-0.54	-0.57	-0.62	-0.61	-0.61	-0.66	-0.65	-0.65	-0.65

Annexe F (Suite)

1980

1	-0.7	-0.86	-1.08	-1.12	-1.06	-0.96	-0.89	-0.88	-0.88	-0.88
2	-0.61	-0.61	-0.64	-0.17	0.34	0.57	0.65	0.68	0.72	0.76
3	-0.34	-0.01	0.52	0.43	0.26	0.18	0.18	0.21	0.21	0.21
4	-0.32	-0.48	-0.67	-0.77	-0.89	-1.06	-0.91	-0.89		
5	-0.63	-1.3	-0.82	0.2	0.46					
6	0.26	0.81	0.58	0.56						
7	-0.55	-0.83	-0.84							
8	-0.62	-0.88	-1.41	-1.2						
9	2.85	1.51	0.71	0.66	0.49					
10	0	0.96	1.26	1.19	1.14					
11	-0.32	-0.36	-0.69	-0.44	0.38	0.92	1.12	1.14	1.14	
12	2.8	2.57	2.46	2.39	2.25	2.1	2.04	2.02	2.02	2.02

1981

1	1.42	1.11	1.09	1.2	1.16	1.12	1.1	1.1	1.1	1.1
2	-0.61	-0.66	-0.81	-1.06	-1.28	-1.48	-1.66	-1.79	-1.82	-1.83
3	-0.46	-0.49	-0.69	-0.82	-0.78	-0.62	-0.47	-0.42	-0.41	-0.41
4	-0.32	-0.48	-0.53	-0.19	-0.24	-0.53	-0.59	-0.59		
5	-0.25	0.12	0.07	-0.35	-0.68					
6	-0.39	-0.48	-1.18	-1.28						
7	-0.69	-0.73	-0.59							
8	-0.62	0.13	0.19	0.2						
9	-0.32	-0.9	-0.96	-0.65	-0.47					
10	-0.64	0.43	1.14	1.74	1.68					
11	-0.32	-0.36	-0.77	-0.95	-0.75	-0.42	-0.28	-0.23	-0.23	
12	-0.44	-0.76	-1.09	-1.3	-1.42	-1.42	-1.25	-1.2	-1.2	-1.2

1982

1	2.13	2.33	2.27	2.1	1.97	1.88	1.83	1.83	1.83	1.83
2	-0.52	-0.38	-0.24	-0.11	-0.04	0.09	0.19	0.2	0.1	0.18
3	1.03	0.63	0.4	0.31	0.24	0.26	0.35	0.38	0.38	0.38
4	2.85	2.68	2.36	1.95	1.82	1.7	1.63	1.63		
5	-0.63	-0.66	-0.18	0.06	0.07					
6	-0.32	-0.85	-0.4	0.28						
7	2.27	1.8	1.73							
8	1.71	2.63	2.16	1.88						
9	-0.32	-1.05	-1.43	-1.44	-1.26					
10	-0.32	-0.83	-0.97	-0.66	-0.49					
11	-0.32	-0.2	0.56	0.09	-0.2	-0.42	-0.65	-0.73	-0.75	
12	-0.44	-0.52	-0.38	-0.39	-0.56	-0.75	-0.99	-1.1	-1.11	1.11

1983

1	-0.7	-0.75	-0.75	-0.9	-1.06	-1.15	-1.15	-1.15	-1.15	-1.15
2	-0.27	-0.35	-0.38	-0.55	-0.6	-0.52	-0.41	-0.37	-0.38	-0.39
3	-0.46	-0.52	-0.7	-0.67	-0.68	-0.7	-0.64	-0.55	-0.54	-0.54
4	-0.32	-0.48	-0.65	-0.97	-1.01	-0.69	-0.53	-0.51		
5	-0.63	-0.93	-0.24	0.31	0.67					
6	0.1	0.63	0.31	-0.28						
7	-0.86	-0.76	-0.23							
8	-0.62	-0.38	-0.52	-0.67						
9	-0.32	-0.19	-0.12	-0.67	-1.09					
10	2.18	1.98	1.12	0.46	0.23					
11	-0.32	-0.36	-0.72	-0.84	-1.11	-0.99	-0.82	-0.75	-0.74	
12	-0.2	0.53	0.71	0.7	0.66	0.6	0.56	0.56	0.56	0.56

Annexe F (Suite et fin)

1984

1	0.32	0.11	0.03	0.11	0.14	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12
2	-0.17	-0.09	-0.13	-0.53	-0.95	-1.22	-1.29	-1.21	-1.16	-1.13
3	2.52	2.66	2.52	2.33	2.04	1.9	1.78	1.71	1.7	1.7
4	-0.32	-0.48	-0.61	-0.46	-0.46	-0.38	-0.25	-0.23		
5	-0.63	-0.45	0.87	1.32	1.33					
6	-0.02	0.36	0.39	0.26						
7	-0.81	-1.16	-0.67							
8	-0.62	-0.55	-1.24	-1.67						
9	-0.32	0.41	0.95	1.13	1.24					
10	-0.8	-1.15	-1.22	-0.69	-0.5					
11	-0.32	-0.36	-0.5	-0.53	-0.23	0.06	0.04	0.04	0.04	
12	-0.21	-0.28	-0.52	-0.55	-0.59	-0.67	-0.75	-0.74	-0.74	-0.74

1985

1	-0.69	-0.51	-0.22	0.15	0.45	0.58	0.63	0.63	0.63	0.63
2	-0.06	-0.19	-0.15	-0.24	-0.38	-0.36	-0.32	-0.3	-0.31	-0.32
3	-0.46	-0.41	-0.12	0	0.23	0.34	0.33	0.35	0.35	0.35
4	-0.32	-0.37	0.26	0.73	0.76	0.67	0.71	0.72		
5	0.32	2.03	1.78	1.38	1.35					
6	-0.59	-0.26	0.18	0.78						
7	-0.5	-0.47	-0.11							
8	-0.62	-0.34	0.5	0.78						
9	-0.32	-1.05	-0.82	-0.83	-0.76					
10	-0.38	-0.43	-0.65	-0.79	-0.63					
11	-0.32	-0.12	0.39	0.6	0.73	0.58	0.52	0.52	0.52	
12	0.09	0.33	0.33	0.31	0.58	0.86	0.95	0.96	0.96	0.96

1986

1	-0.48	-0.27	0	-0.03	-0.14	-0.28	-0.32	-0.33	-0.33	-0.33
2	-0.39	-0.21	-0.06	0.23	0.48	0.55	0.57	0.56	0.56	0.55
3	-0.46	-0.42	-0.34	-0.18	0.06	0.15	0.11	0.09	0.09	0.09
4	-0.32	-0.48	-0.67	-0.94	-1.04	-1.13	-1.32	-1.34		
5	2.61	1.12	-0.24	-0.65	-0.65					
6	2.7	2.07	2.18	2.05						
7	-0.14	0.31	0.86							
8	1.42	0.33	0.51	0.3						
9	-0.32	0.36	0.59	0.43	0.46					
10	0.47	0.32	0.48	0.42	0.4					
11	-0.32	-0.36	0.39	1.14	1.34	1.36	1.41	1.4	1.	
12	-0.44	-0.63	-0.46	-0.38	-0.34	-0.25	-0.16	-0.14	-0.14	-0.14
